

DIE BOLIVINEN (FORAM.) DER HÄRINGER SCHICHTEN.
MIKROPALÄONTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN
IM ALTERTIÄR DES UNTERINNTAL - GEBIETES

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Ludwig-Maximilians-Universität
zu
München

1965

vorgelegt von
HANS GEORG LINDENBERG
aus
München
Dezember 1964

DIE BOLIVINEN (FORAM.) DER HÄRINGER SCHICHTEN.
MIKROPALÄONTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN
IM ALTERTIÄR DES UNTERINNTAL - GEBIETES

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Ludwig-Maximilians-Universität
zu
München

vorgelegt von
HANS GEORG LINDENBERG
aus
München
Dezember 1964

Estratto dal
Bollettino della Società Paleontologica Italiana
Vol. 4, n. 1, 1965



SOCIETÀ TIPOGRAFICA EDITRICE MODENESE — MODENA

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. H. Hagn

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. R. Dehm

Tag der mündlichen Prüfung:

27.1.1965

Die Bolivinen (Foram.) der Häringer Schichten. Mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär des Unterinntal - Gebietes

H. G. LINDENBERG

Institut für Paläontologie u. historische Geologie
Universität München

(manoscritto ricevuto il 31 maggio 1965)

ABSTRACT — The present publication deals with the description of twentytwo species and subspecies of the foraminiferal genus *Bolivina* d'Orb. from the «Häringer Schichten» (Lower to Middle Oligocene) of the inneralpine Tertiary strata, Lower Inn-Valley (northern Alps). Preceding the paleontological part the stratigraphic and paleogeographic position of these sediments is shortly discussed, referring to new results.

The described Bolivinas are taxonomically revised, figured, and for the greater part studied biometrically. Among them are three species (*Bolivina alpina* n. sp., *B. koessenensis* n. sp., *B. prion* n. sp.) and one subspecies (*B. terquemi ostiocarinata* n. ssp.) regarded as new. The name of *B. carinata* Terquem 1882 being preoccupied by *B. beyrichi carinata* Hantken 1875 is substituted by *B. terquemi* nom. nov.

Special interest was given to the group of *Bolivina vaceki* Schubert. In order to clear up taxonomic and phylogenetic questions of this group its representatives from the Eocene of the inneralpine Tertiaries of Reichenhall and Salzburg (northern Alps) are included the studies. Moreover comparisons with contemporary assemblages of this *Bolivina* group from other alpine Tethys and Paratethys areas were made.

The group of *Bolivina vaceki* is composed of the following species and subspecies: *B. vaceki vaceki* Schubert 1902 (= *B. antegressa Subbotina* 1953, pars) (Eocene, Oligocene), *B. vaceki glabra* Hagn 1954 (Eocene), *B. vaceki cf. attenuata* Cushman 1926 (Eocene), *B. vaceki bavarica* Lühr 1962 (Eocene, Oligocene), *B. koessenensis* n. sp. (Oligocene), *B. alpina* n. sp. (Oligocene).

The variability of this group was investigated on the basis of more than 6000 measured specimens by means of biometrical and statistical methods.

Evolutionary trends of several characteristics allowing orthogenetic interpretation are revealed and plotted graphically. The stratigraphic use of these trends is restricted by the strong interrelation between test morphology and environment.

Linking partly to the results of Lühr (1962) biometrical methods were applied on two additional foraminiferal genera (*Asterigerina rotula* (Kaufmann) and *Bulimina sculptilis* Cushman) in order to confirm the stratigraphic correlation of the different profiles of the «Häringer Schichten» and relate them to the Eocene deposits of the adjacent Helvetikum.

RIASSUNTO — Ventidue specie del genere *Bolivina* d'Orbigny (Foraminiferi) provenienti dagli strati di Häring (Oligocene, Terziario intralpino, Alpi settentrionali) sono rivedute tassonomicamente, descritte e figurate. Ricerche stratigrafiche sulla variabilità del gruppo *Bolivina vaceki* Schubert sono state eseguite, su un materiale straordinariamente ricco.

La parte paleontologica è preceduta da una breve descrizione geologica dell'area di sedimentazione, dei suoi sedimenti nonché da una discussione di carattere paleogeografico.

Nella regione della bassa valle dell'Inn si possono distinguere due ambiti di sedimentazione terziaria che oggi sono separati da una barriera tettonica.

Nell'area di sedimentazione settentrionale (regione di Oberaudorf) affiorano sedimenti dell'Eocene superiore (marini, salmastri fino a limno-fluviatili: Strati di Oberaudorf), che non hanno nessun rapporto paleogeografico riconoscibile con i sedimenti oligocenici dell'area di sedimentazione meridionale (Häring, Kössen, Reit im Winkl).

I sedimenti della zona meridionale sono:

1. Strati di Häring. Si può suddividere questo ambito di sedimentazione in una parte settentrionale e in una meridionale, ciascuna delle quali con diversa lito- e biofacies. La successione degli strati di conglomerati, breccie, arenarie e marne, potente 200-350 metri, marina nella parte nord, a sud è dapprima limno-fluviatile (fino a salmastra), poi pure marina.

2. Gli strati di Angerberg rappresentano una successione limno-fluviatile dell'Oligocene superiore composta di conglomerati, breccie, arenarie e marne, la quale con un'area di passaggio salmastro poco potente ricopre concordante (nell'interno del bacino) gli strati di Häring.

Viene riveduta la nomenclatura dei singoli componenti degli strati. Sulla base dei risultati geologici si possono trarre nuove vedute sulla paleogeografia di questa zona. Si trattava, per quanto riguarda il mare nel quale furono sedimentati gli strati di Häring, di un mare temporaneamente piuttosto profondo ed esteso, che offrì buone condizioni di vita a molte faune. All'inizio questo mare ebbe ancora presumibilmente collegamento verso est con altri mari marginali della Tethys. La trasgressione ebbe luogo da nord, nord-est e avvenne in relazione con lo spostamento verso ovest, sud-ovest dell'area di sedimentazione del bacino di Reichenhall e Salisburgo. In seguito a fatti di strizzamento tettonico e ad isolamento, il bacino di Häring-Reit im Winkel si andò riempiendo di sedimenti: le condizioni ecologiche divennero più o meno sfavorevoli. Gli strati limno-fluviatili di Angerberg si sviluppano da quelli di Häring con uno strato di passaggio salmastro poco potente. Anche per loro si può supporre un versamento di componenti clastici prevalentemente da nord, nord-est.

L'età oligocenica degli strati di Häring poté venir confermata con l'aiuto della microfauna. La microfauna si può suddividere in 5 associazioni faunistiche, che essenzialmente corrispondono a una successione batimetrica, via via condizionata alla temperatura. Le faune più antiche della regione possono essere ascritte all'Oligocene inferiore (con la riserva dovuta alla non chiara idea di questo livello); le associazioni marine di foraminiferi più giovani all'Oligocene medio.

Nella parte paleontologica vengono descritte le specie presenti negli strati di Häring del genere *Bolivina* d'Orbigny. Tra esse vi sono 3 nuove specie (*B. prion* n. sp., *B. koessenensis* n. sp., *B. alpina* n. sp.) e una nuova sottospecie (*B. terquemi ostiocarinata* n. ssp.). Il nome *B. carinata* Terquem 1882, che è già occupato da *B. beyrichi carinata* Hantken 1875, viene sostituito con *B. terquemi* nom. nov.

Il gruppo *Bolivina vaceki* Schubert viene trattato con particolare attenzione. Vengono qui presi anche in considerazione i suoi rappresentanti dell'Eocene del Terziario intralpino del bacino di Reichenhall e Salisburgo, per poter chiarire problemi tassonomici e filogenetici di questo gruppo. Inoltre sono state prese in esame per paragone popolazioni di questo gruppo di *Bolivine* provenienti da altri livelli stratigraficamente corrispondenti della Tethys e Paratethys dell'area alpina settentrionale e meridionale. Il gruppo *Bolivina vaceki* comprende le seguenti specie e sottospecie: *B. vaceki vaceki* Schubert, 1902 (= *B. antegressa Subbotina*, 1953, pars) (Eocene, Oligocene); *B. vaceki glabra* Hagn, 1954 (Eocene), *B. vaceki cf. attenuata* Cushman, 1926 (Eocene); *B. vaceki bavarica* Lübr, 1962 (Eocene, Oligocene); *B. koessenensis* n. sp. (Oligocene) e *B. alpina*, n. sp. (Oligocene).

Un ricco materiale (oltre 6000 esemplari di 60 popolazioni) del gruppo *B. vaceki* è stato esaminato biometricamente e ne sono state misurate tutte le caratteristiche tangibili. Le singole misure, oltre 50000 furono interpretate dal punto di vista della statistica di variabilità e rappresentate in 4 tavole-diagrammi e in alcune figure nel testo. Ogni specie è identificata soltanto dalla somma delle sue caratteristiche. Tutti i gruppi di valori sono rappresentati gli uni accanto agli altri, così da rendere evidenti le variazioni nel tempo delle diverse caratteristiche.

Per *Bolivina vaceki* (con sottospecie) può venir illustrato lo sviluppo ortogenetico di alcuni caratteri. Si manifestano le seguenti tendenze: da gusci molto appiattiti e all'inizio anche piccoli nell'Eocene queste *Bolivine* si sviluppano in forme moderate fino a molto più grandi e grosse nell'Oligocene. Contemporaneamente i gusci diventano più sottili, gli angoli delle suture delle camere con l'asse longitudinale del guscio diventano più grandi, il numero delle camere aumenta. Anche la differenza morfologica tra la generazione A e B aumenta in questo lasso di tempo.

La più piccola, *B. koessenensis* n. sp., si accorda strettamente nell'Oligocene a questi principi di sviluppi; tuttavia essa si presenta, come *B. alpina* n. sp., specialmente in una facies nella quale non compare più *B. vaceki* e si modifica solo poco nel lasso di tempo esaminato.

Allo sviluppo ortogenetico del gruppo B. vaceki si sovrappongono modificazioni «ecceleranti» e «ritardanti», condizionate dalla facies. Queste modificazioni possono interessare ogni caratteristica, perciò anche le proporzioni del guscio. Sono soprattutto condizionati il contenuto di ossigeno del biotopo e la profondità, o fattori derivanti. Si può indicare che le modificazioni delle popolazioni fossili riscontrabili negli strati di Häring decorrono parallelamente a cambiamenti di facies del sedimento, che trovano anche conferma nella rimanente fauna. Il cambiamento legato alla facies del gruppo B. vaceki nei profili degli strati di Häring mostra grande analogia con i cambiamenti legati al contenuto in ossigeno e alla profondità, dimostrati da esempi recenti (Lutze, 1962, 1964).

Un'applicazione stratigrafica dello sviluppo ortogenetico dimostrato offre soltanto con riserva una possibilità di suddivisione un po' più fine di quella che si poteva raggiungere finora in questo ambito stratigrafico con la maggior parte degli altri foraminiferi.

Se anche non si possono separare chiaramente delle zone, con l'aiuto della biometria si possono però raggiungere chiare prove di differenza di età relativa di popolazioni provenienti da biotopi corrispondenti dal punto di vista della facies.

Il caso singolo è però ambiguo a causa di possibili e verosimili modificazioni, condizionate alla ecologia. Le possibilità di usare nella prassi stratigrafica queste tendenze di sviluppo sono perciò ridotte.

In collegamento ai risultati di Lübr, 1962 furono esaminati biometricamente altre due specie di foraminiferi degli strati di Häring e specialmente *Bulimina sculptilis* Cushman e *Asterigerina rotula* Kaufmann. Nuovi dati poterono pertanto venir apportati alla correlazione stratigrafica dai profili oligocenici trattati e questi venir esaminati in rapporto cronologico con i sedimenti eocenici del vicino elvetico.

Prendendo spunto dalla trattazione dei sedimenti, della fauna e dei dati paleogeografici si è cercato, in confronto con risultati ottenuti da faune recenti, di fare asserzioni sulla paleoecologia degli strati di Häring. Inoltre sono state esaminate le diverse associazioni faunistiche così come le singole specie di Bolivine dal punto di vista della loro importanza ecologica.

VORWORT

Die Anregung zur vorliegenden Arbeit erhielt ich von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. H. Hagn. Ich möchte ihm hier meinen aufrichtigen Dank für seine Hilfe und Beratung bei den Problemen dieser Arbeit aussprechen. Aus seiner umfangreichen Privatbibliothek stellte er mir manche schwer zu bekommende Veröffentlichung zur Verfügung. Aus der von ihm aufgebauten mikropaläontologischen Abteilung der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie u. historische Geologie machte er mir Vergleichsmaterial in großem Umfang zugänglich. Auf zahlreichen Exkursionen durfte ich ihn begleiten, wodurch ich Gelegenheit hatte, andere tertiäre Sedimentationsräume der Nord- und Südalpen (u.a. Jugoslawien) kennenzulernen.

Danken möchte ich auch Herrn Professor Dr. R. Dehm, dem Vorstand des Institutes für Paläontologie u. historische Geologie, für sein freundliches Interesse an meiner

Arbeit, sowie für die Möglichkeit, die Gerätschaften des Institutes zu benutzen.

Nicht zuletzt möchte ich auch Herrn Dr. R. Pavlovec, Ljubljana, danken, der mir bei der Bestimmung der Nummuliten wertvolle Hilfe leistete. Herr Dr. A. v. Hilbrandt, Berlin, stellte mir freundlicherweise sein großes Material an Schlammproben aus dem Eozän des Beckens von Reichenhall und Salzburg zur Verfügung, auf dem ein Teil dieser Arbeit basiert. Es sei ihm hier sehr herzlich gedankt.

Herrn Professor Dr. V. Pokorný, Prag, Herrn Dr. I. Čichá, Prag, Frau Dr. Y. Kiesel, Berlin, und Herrn Dr. K. Gohrbandt, Tripolis, die mir Vergleichsmaterial und wichtige Literatur schickten, möchte ich hier aufrichtigen Dank sagen.

Dank gebührt auch meinen Studienkollegen, die mit vielen Diskussionen und Ratschlägen am Werden dieser Arbeit teilnahmen. Unter ihnen gilt mein besonderer Dank Herrn Dr. U. Pflaumann, der mir mit sicherem Rat zur Seite stand, und Herrn Dipl.-

Geol. Ch. Hemleben; eine enge Zusammenarbeit mit ihm ermöglichte es, einen guten Überblick über die Mikrofaunen des inneralpinen Tertiärs von Nord-Slowenien zu gewinnen und die dortigen Vorkommen auch in der variationsstatistischen Untersuchung zu berücksichtigen.

Ein fruchtbarer Erfahrungsaustausch verband mich Herrn Dipl. Geol. G. Hofmann, der derzeit die Bolivinen des Oligozäns und Miozäns der bayerischen Molasse bearbeitet. Herr Hofmann gewährte mir freundlicherweise Einblick in sein Material und leistete mir durch die Überlassung von Vergleichsmaterial wertvolle Dienste.

Herr Professor Dr. H. Beckmann war so freundlich, der Bibliothek unseres Institutes ein unveröffentlichtes Manuskript über die Methodik der Biometrie zu überlassen. Dieser Arbeit verdanke ich viele wertvolle Anregungen und Hinweise.

An dieser Stelle möchte ich auch dem Vorstand der Società Paleontologica Italiana sehr herzlich dafür danken, diese Arbeit ungekürzt zum Druck angenommen zu haben.

A. EINLEITUNG

Die vorliegende Arbeit basiert auf einer detaillierten Bearbeitung der stratigraphischen und mikrofaunistischen Verhältnisse des Tertiärs im Gebiet östlich des Inns. Die Stratigraphie des Gebietes wurde, ausgehend von den Erkenntnissen älterer Autoren und vor allem von den jüngsten Untersuchungen dieses Bereiches in mehreren Diplomarbeiten (Glück, 1952, Ms., Reit im Winkl; Gessner, 1961, Ms., Niederndorf bis Walchsee; Lindenberg, 1962, Ms., Kössen), von mir eingehend neu bearbeitet. Die Geländetätigkeit ergab sich als Fortsetzung einer Diplomarbeit in den Sommermonaten 1962 und 1963. Es wurden dabei vor allem die Gebiete von Reit im Winkl und Walchsee-Niederndorf in Hinblick auf die tertiären Sedimente neu kartiert. Die Darstellung der geologischen Verhältnisse im einzelnen würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen und wird an anderer Stelle erfolgen.

Der Vergleich aller Beckenteile war möglich, nachdem neue geologische Unterlagen auch aus Gebieten vorlagen, die für diese Arbeit nicht von mir selber genau untersucht werden konnten (Völk, 1961, Ms., Oberaudorf; Lühr, 1962, Häring; Kövecs, 1964, Ms., Angerberg; Hamid, 1964, Ms., Eiberger Becken).

Die paläontologische Auswertung gründet sich besonders auf ein umfangreiches Probenmaterial, das ich bei meiner Geländetätigkeit auf sammelte und auf das Belegmaterial der Dissertation von Lühr (1962). Zur Bearbeitung der *Bolivina vaceki*-Gruppe lagen mir außerdem zahlreiche Schlammproben aus dem Eozän des Beckens von Reichenhall und Salzburg vor, die mir Herr Dr. A. v. Hillebrandt dankenswerterweise überließ.

Zusätzlich wurde in größerem Umfang Material aus stratigraphisch entsprechenden Ablagerungen der Tethys und Paratethys anderer Gebiete zum Vergleich herangezogen.

Alles Material wird in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München aufbewahrt.

Topographischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet liegt in der langgestreckten Depression, die sich nördlich des Kaisergebirges vom Innthal nach E hinzieht. Auf österreichischem Gebiet liegen die Ortschaften Ebbs, Durchholzen, Walchsee und Kössen. Der Talkessel von Reit im Winkl gehört zu Oberbayern.

Topographische Karten des Gebietes sind: Gradabteilungsblatt Nr. 83 40 (Reit im Winkl) und 83 39 (Oberaudorf) der Topographischen Karte von Bayern 1:25000 sowie Blatt 91/1 (Kössen) der Österreichischen Karte 1:25000. Für das Gebiet von Entfelden fand außerdem eine Flurkarte 1:5000 (Nr. SO 22/30) mit Höhenlinien Verwendung.

Geologische Karten: Das Untersuchungsgebiet ist auf der geologischen Spezialkarte 1:75000, Blatt Lofer - St. Johann (Ampfe-

rer, 1927) dargestellt worden. Teile des Gebietes wurden auf der geologischen Skizze der Umgebung von Schwendt bei Kössen 1:50000 von Reis (1908), auf der geologischen Karte des Kaisergebirges 1:33000 von Leuchs (1907) und auf der geologischen Karte des Kaisergebirges 1:25000 von Ampferer (1933) berücksichtigt. Nach diesen Kartenunterlagen sowie nach neuen Begehungen von Ganss erfuhr das Gebiet zwischen Inn und Walchsee auf der Geologischen Karte von Bayern 1:100.000, Blatt Schliersee, eine moderne Darstellung.

Teile des Gebietes sowie nördlich anschließende Bereiche wurden im Rahmen von Diplomarbeiten geologisch kartiert:

Franz (1959, Ms.):

Gebiet von Oberwössen 1:25000

Gessner (1961, Ms.):

Niederndorf bis Walchsee 1:25000

Glück (1952, Ms.):

Gebiet von Reit im Winkl 1:25000

Lindenberg (1962, Ms.):

Gebiet von Kössen 1:25000

Historischer Überblick

Das Tertiär im Bereich des Unterinntales wurde schon früh in der Literatur erwähnt. Tektonische und paläogeographische Fragen wurden ausgehend von diesen Sedimenten diskutiert. Reiche Faunen erweckten außerdem das Interesse der Paläontologen. Der Hoffnung, Kohle und Zementmergel, wie bei Häring, auch im Raum östlich des Inns zu finden, verdankt das Gebiet einige genauere Bearbeitungen. Ausführliche Darstellungen einzelner Teile dieses Gebietes oder bestimmter lithologischer bzw. stratigraphischer Abschnitte der Schichtfolge wurden vor allem von folgenden Autoren durchgeführt:

Flurl (1813), Gümbel * (1861, S. 605-611, 641; 1868 **; 1889; 1894), Mojsisovics (1869, S. 390), A. R. Schmidt, (1873, S. 145-147), Frauscher (1886, S. 210), Reis** (1889), Deninger ** (1901), Dreger** (1902, 1903), Leuchs (1907, S. 131; 1927, S. 99), Schlosser * (1909 *, S. 544-562; 1922, S.

181; 1923 **; 1924; 1925 *), Boussac * (1912, S. 588-598), Ampferer * (1921, S. 163-164; 1922, S. 115-117; 1925, S. 23-24; 1927 *; 1933), Winkler (1928 (a), S. 361; 1928 (b), S. 214-215), Boden * (1930, S. 60, 138; 1931 *, S. 19-22), v. Klebelsberg (1933, S. 34; 1935, S. 103-106), M. Richter (1937, S. 62), E. Kraus (1951, S. 41-43), Glück * (1952, Ms, S. 25-33), Zöbelein * (1952, S. 53; 1955 *, S. 343), Hagn * (1953 **; 1960 *, S. 157, 158, 171), Heissel * (1951; 1956 *), Woletz (in Heissel, 1956, S. 66), Völk (1961, Ms.), Gessner * (1961, Ms.), Lühr * (1962), Lindenberg, (1962, Ms.), Hagn, Hölzl & Hrubesch (1962, S. 427-429), Kövecs * (1964, Ms.).

* = Autoren bzw. Arbeiten sind besonders wichtig.

** = Arbeiten, die vorwiegend die Fauna behandeln.

Ausführliche Literaturübersichten, in denen auf den Inhalt der einzelnen Publikationen näher eingegangen wird, finden sich bei Hagn (1960, S. 151, 156, 172), Lühr (1962, S. 3, 55), Lindenberg (1962, Ms., S. 3, 47, 85, 90, 95, 100), Kövecs (1964, Ms., S. 25). Es kann also hier auf ein erneutes Referieren der verschiedenen Ansichten verzichtet werden.

B. REGIONALER ÜBERBLICK

Im Bereich des Unterinntales kommen zwischen Rattenberg und Reit im Winkl tertiäre Sedimente vor. Eine tektonische Grenze trennt einen nördlichen Ablagerungsraum mit obereozänen (Oberaudorfer Schichten) von einem südlichen mit oligozänen Ablagerungen (Häringer- und Angerberg-Schichten).

Die tektonische Grenze verläuft entlang der Stirn der « Tirolischen Einheit » (Hahn, 1913). Westlich des Inns fügt sich diese Einheit mit gebundener Tektonik in ihre Umgebung ein, östlich des Inns ist sie, in nach E zunehmendem Maße, nach N vorgeschoben. Dadurch sind die nördlich anschließenden Zonen eingeeengt, verschuppt

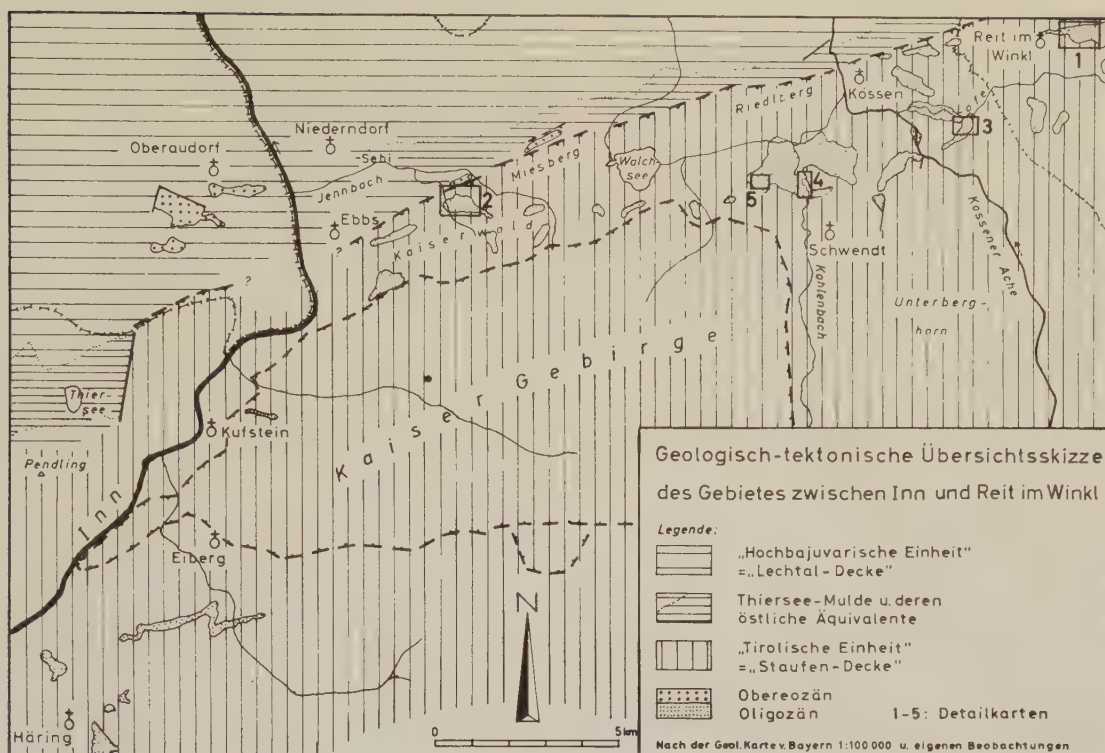


Abb. 1

und teilweise überschoben worden. Heute grenzen zwischen Inn und Rauschberg vor allem die neokomen Sedimente der östlichen Äquivalente der Thierseemulde tektonisch im Norden an die «Tirolische Einheit», deren Stirn aus Gesteinen der Trias gebildet wird.

Neben dieser tektonischen Prägung scheint die «Tirolische Einheit» auch in paläogeographischer Hinsicht ausgezeichnet zu sein, was aus der von nördlichen Zonen z.T. stark abweichenden Sedimentführung und -ausbildung abzulesen ist.

Trias, Jura und Unterkreide dieser Einheit sind meist mächtig entwickelt und zeigen häufig den Charakter von Beckensedimenten. Ablagerungen der höheren Unterkreide (Alb) und des Cenomans finden sich nur in Zonen nördlich der «Tirolischen Einheit». Das Vorkommen von Oberkreide (Gosau) ist nicht an diese Grenze gebunden, doch sind

zwischen den Gosausedimenten im Bereich der «Tirolischen Einheit» und der nördlich anschließenden «Thierseemulde» deutliche Faziesunterschiede festzustellen.

Nördlich der heute tektonischen Grenze scheint die Sedimentation über die Kreide-Tertiär-Grenze angedauert zu haben, was aus dem Nachweis von Maastricht (Lindenberg, 1962, Ms., S. 40) und Paleozän (Gessner, 1961, Ms., S. 44) in vergleichbarer, mergeliger bis toniger Fazies in der östlichen Fortsetzung der Thierseemulde hervorgeht. Im Bereich der «Tirolischen Einheit» konnte zwar ebenfalls Untermaastricht, hier in Nierentaler Fazies, nachgewiesen werden (Lindenberg, 1962, Ms., S. 33), doch wurden bis jetzt noch keine paleozänen Sedimente gefunden. Auch eozäne Sedimente stehen heute nur nördlich der «Tirolischen Einheit» an. Das Vorkommen von höherem Unter- bis Mitteleozän im Jennbach bei Niederdorf (Gessner, 1961, Ms., S. 45) läßt sich

bisher paläogeographisch nicht einordnen. Die obereozänen Ablagerungen, die *Oberaudorfer Schichten*, finden sich in einer E-W-streichenden Zone, tektonisch stark beansprucht und z. T. vor der Stirn der « Tirolischen Einheit » aufgeschuppt bzw. überschoben (Oberaudorf bis Miesberg).

Die oligozänen Sedimente der *Häring- und Angerberg-Schichten* sind nur im Bereich der « Tirolischen Einheit » nachzuweisen. Ein paläogeographischer Zusammenhang mit den Oberaudorfer Schichten ist nicht festzustellen.

Das Becken in dem die oligozänen Schichten abgelagert wurden, ist heute nur noch in Rudimenten erhalten. Die mit Sicherheit erst nach Ablagerung der Angerberg-Schichten erfolgte letzte Heraushebung des Kaisergebirges und der Vorstoß der « Tirolischen Einheit » nach N haben die ursprüngliche Form des Ablagerungsraumes stark verändert. Bei Reit im Winkl und Kössen läßt sich deutlich eine wohl tektonisch bedingte Muldenform der tertiären Sedimente erkennen, die nach E aushebt, während im Gebiet des Kaiserwaldes nur S-fallende Schichten anstehen. Aufgrund ihrer Lagerungsverhältnisse und Ausbildung lassen sich die tertiären Schichten dieses Gebietes teils dem *Nord-*, teils dem *Südflügel* einer Großmulde zuordnen. Es muß angenommen werden, daß diese Mulde bereits primär angelegt war. Ihre einstige Ausdehnung ist heute nur schwer anzugeben. Sicherlich haben zusammen mit den erwähnten tektonischen Bewegungen starke Raumverengungen stattgefunden.

Die Sedimente aller Beckenbereiche gliedern sich in zwei Schichtkomplexe:

- 1) Die *Häring Schichten*, die im N und E des Gebietes marin ausgebildet sind und aus klastischen Transgressionslagen (Konglomerate, Brekzien, Sandsteine) und einer hangenden Mergelfolge, z.T. mit eingelagerten Sandsteinbänken, bestehen. Im SW-Teil des Ablagerungsraumes sind die tieferen Lagen der Häring Schichten in limnofluviatiler Fazies ausgebildet. Es

folgen marine Bildungen, die vorwiegend aus Mergeln bestehen.

- 2) Die *Angerberg-Schichten* stellen eine Schichtfolge aus Konglomeraten, Sandsteinen, sandigen Mergeln, Tonen und untergeordnet Kohle dar, die limnofluviatiler Entstehung ist. Sie überlagern die Häring Schichten im Beckeninneren konkordant, an den Beckenrändern z.T. diskordant.

Diese Einteilung beinhaltet meine Auffassung von der *Nomenklatur* dieser Schichten, die im Lauf der Zeit wiederholt unterschiedlich benannt wurden. In die Häring Schichten sind dabei auch die meist mit Lokalnamen bezeichneten Abschnitte, wie die Zementmergel von Häring, die Bitumenmergel, die Reiter Schichten, die Knollenmergel, die Unterangerberg-Schichten u.a. einbezogen. Ebenso entfällt zugunsten des Namens Angerberg-Schichten hier die Bezeichnung Oberangerberg-Schichten. Mit obestehender Regelung wird eine einheitliche Nomenklatur für den ganzen Bereich vorgeschlagen, die sich im Einklang mit den ursprünglichen Auffassungen und Definitionen der Begriffe befindet (vgl. zu diesem Thema Flurl, 1813, Schlosser, 1895, S. 360; Heissel, 1951, S. 210, 1956, S. 59; Hagn, 1953, S. 338; 1960, S. 155, 157; Lühr, 1962, S. 55; Lindenberg, 1962, Ms., S. 67, Kövecs, 1964, Ms., S. 31).

Es sind hier stellvertretend für den ganzen Bereich drei charakteristische Profile im einzelnen geschildert:

1. Pötschbühlgraben, Reit im Winkl, Nordflügel;
2. Kaiserwald- und Schopfgraben, Kaiserwald bei Ebbs, Nordflügel;
3. Kohlenbach, südl. Kössen, (Südflügel).

Ein viertes Profil (Häring) wird in zeichnerischer Darstellung gebracht (Anlage 2), die eingehende Beschreibung dazu findet sich bei Lühr (1962).

Die Lage der Profile sowie die der gesammelten Proben ist aus den Detailkarten 1-5 zu entnehmen.

Die aufgeschlossene *Mächtigkeit* der Häringer Schichten am *Nordflügel* beträgt ca. 240 m bei Reit im Winkl, ca. 260 m im Kaiserwald. Die limnofluviatile Basisserie des *Südflügels* kann bis zu 150 m *Mächtigkeit* erreichen (Kohlenbach), die marinen Sedimente dieses Gebietes sind ca. 190 m mächtig.

Die Angerberg-Schichten erlangen im Gebiet von Kössen eine *Mächtigkeit* von ca. 250 m.

Profilbeschreibungen

1. Häringer Schichten

Die Profile sind jeweils auf Anlage 1 und 2 in Korrelation zu den aus den einzelnen Proben gewonnenen Messdaten dargestellt. Die Numerierung bezieht sich auf die Zahlen links von der Profilsäule. Die angegebenen Probennummern stehen auf ihrer rechten Seite. Die Proben sind durchlaufend nummeriert und zur Unterscheidung nach ihren Herkunftsgebieten mit Buchstaben versehen: R = Reit im Winkl, K = Kaiserwald, S = Südflügel, H = Häring. Die in Anlage 2 eingeklammerten Probennummern (Häring) und die Probennummern auf Anlage 3 (Becken von Reichenhall) sind Geländenummern der jeweiligen Sammler (Lühr, bzw. v. Hillebrandt).

In den Profilen wurde versucht gleiche bzw. parallelisierbare Schichten mit den gleichen Nummern zu versehen, was in einigen Profilen zum Ausfall von Nummern führt.

Ft bedeutet Faumentyp; die Faumentypen folgen in der Reihenfolge der Buchstaben (a-e) stratigraphisch aufeinander. Besonders wegen der verschiedenen zeitlichen Faziesabfolge des Nord- und des Südflügels sind die *Ft* a-e (Nordflügel) und *Ft* a'-e' (Südflügel im Bereich von Kössen) unterschieden.

a. Nordflügel

Reit im Winkl. Pötschbichlgraben (Anlage 1, linke Profilsäule).

Transgression auf Hauptdolomit.

- 1) Über wechselnd mächtigen Basiskonglomeraten und (oder) Brekzien folgen gleichmäßige, feinkörnige, graue Kalk- und Dolomit-Sandsteine. Bankung von 10-60 cm *Mächtigkeit*. z.T. reiche Nummulitenführung.
95/45 S ca. 55 m
- 1a) eingeschaltete Lithothamnienkalk-Linsen
- 2) 80 cm anfangs harte, sandige (Pr. R 1), nach oben weicher, toniger werdende gelbe Mergel (Pr. R 2), überlagert von 50 cm reichlich megafossilführender Sandsteinbank. Darüber ca. 1 m tonige, gelbe, stückige Mergel, die nach oben in graue, härtere Mergel mit Megafossilien übergehen. (Pr. R 3) *Ft a*
- 3) sandige, z.T. harte Mergel mit Megafossilien.
95/20 S ca. 1,5 m
gehen über in
- 4) graue, grobstückige, ziemlich kalkige Mergel, schlecht geschichtet, häufig gestört (Pr. R 4, R 5) *Ft b*
100/25 S ca. 12 m
- 5) Übergang in grau-gelbe etwas sandige, tonige, sehr weiche Mergel, nach oben zu besser geschichtet und etwas härter.
(Pr. R 6, R 7) *Ft b* ca. 7 m
- 6) fein geschichtete, graue, etwas gebänderte Mergel, dünne harte Bänke sind eingelagert. Einzelne Lagen sind weicher und nicht feingeschichtet.
(Pr. R 8, R 9) *Ft c*
- 7) «Fischschiefer»; graue, gleichförmige, feingeschichtete, plattig absondernde, harte Mergel. Auf den Schichtflächen Fischschuppen und kleinste Molluskenschalen.
(Pr. R 10 - R 13) *Ft d*
ca. 90-100/20-30 S ca. 17 m
- 8) Übergangslos eingelagerte, fossilführende, unterschiedlich grobe Brekzie. Manchmal auch konglomeratisch ausgebildet. Auf engem Raum stark wechselnde *Mächtigkeit*.
100/30 S ca. 0,5-1 m
- 9) fast übergangslos auf die Brekzie folgen wieder Fischschiefer, wiederholt sind 1-3 cm mächtige Feinbrekzien eingelagert und zum Hangenden zunehmend Sandsteinbänke, 3-10 cm mächtig. (Pr. R 15 - 16) *Ft d*
100 - 105/30-35 S ca. 9 m
aufschlußloses Stück (Bauernhof Pötschbichl), entspricht ca. 9 m *Mächtigkeit*.
- 10) Sandsteinbänke (5 - 40 cm Bankung) mit dünnen Mergelzwischenlagen.
100/30 - 50 S ca. 18 m
- 11) wie 10., aber mit häufigeren Mergelzwischenlagen; nicht aufgeschlossen, entspricht ca. 10 m *Mächtigkeit*;



Detailkarte Nr. 1 — Gebiet von Reit im Winkl und Entfelden, Obb. (Legende siehe S. 73).

- 12) nur in kleinen Anrißen aufgeschlossen: bräunliche, tonige, feingeschichtete, gebänderte Mergel, mit feinen Sandlagen und eingelagerten dünnen Sandsteinbänkchen. Auf den Schichtflächen Fischschuppen. (Pr. R 17 - R 21) *Ft e* um 105/55 S 70-90 m

Das Parallelprofil Jederergraben (500 m östlich) entspricht den Punkten 8 - 12, doch ist der Brekzienhorizont (8) nur wenige Zentimeter mächtig, die Sandsteinzone (10) nicht so kompakt.

Kaiserwald, Kaiserwaldgraben, Schopfgraben (Anlage 1, rechte Profilsäule).

Die Numerierung entspricht im wesentlichen der im Profil von Reit im Winkl. Die Transgression ist in diesem Profil nicht aufgeschlossen, doch steht Hauptdolomit etwa 200 m weiter westlich an und im Gebiet des Eitalgrabens (im W) liegen die Transgressionsbildungen auf Hauptdolomit.

- 1) dunkelgraue, gelb anwitternde, harte Kalk- und Dolomit-Sandsteine, z.T. reichlich Nummulitenführung.
Schlecht erkennbare Bankung.
100/50 S ca. 10 m (?)

aufschlußloser Abschnitt, entspricht ca. 9 m Mächtigkeit.

- 2) Graue, weiche, ungeschichtete, tonige Mergel mit Megafossilien, manchmal leicht sandig, nach oben zu lagenweise härter, sandiger, pflanzenhäcksel-führend.
(Pr. K 27) *Ft a* ca. 3 m

- 3) harte, graue, grobgeschichtete, mergelige Sandsteine und sandige Mergel, Molluskenfauna, Pflanzenhäcksel. Nach oben werden sie sandärmer und weicher, mergeliger.
ca. 4 m

aufschlußloser Abschnitt, entspricht ca. 3 m Mächtigkeit.

- 4) dunkelgraue bis graubraune, schlecht geschichtete Mergel, grobstückig, manchmal etwas tonig, kaum sandig, wenig Megafossilien. (Pr. K 28) *Ft a* ca. 14 m
aufschlußloser Abschnitt, entspricht etwa 10 m Mächtigkeit.

- 5) weiche, tonige, ungeschichtete, graue bis graublaue Mergel, gelb verwitternd, seltene Megafossilien.
(Pr. K 29, K 30, K 31) *Ft b*

Pr. K 28 aus entsprechenden etwas bräunlichen Mergeln ca. 200 m östlich, aus einem kleinen Parallelgraben.

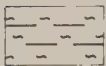
Nicht durchwegs aufgeschlossen ca. 45 m

- 6) gut geschichtete, graue bis graubraune, etwas härtere Mergel, seltene Sandsteinbänke (ca. 5-

Legende der Detailkarten:



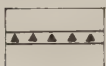
Angerberg Schichten
Oberoligozän



"Knollenmergel"



"Fischschiefer" mit
Sandsteinbänkchen



Brekzienlage



sandige Mergel



kalkige bis tonige
Mergel

Häringer Schichten
Unter- bis Mitteloiligozän



Sandsteine



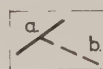
basale Brekzien, Schutt-
kalke und Konglomerate



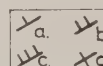
limnofluviatile Basisserie
mit Süßwasserkalk



Trias

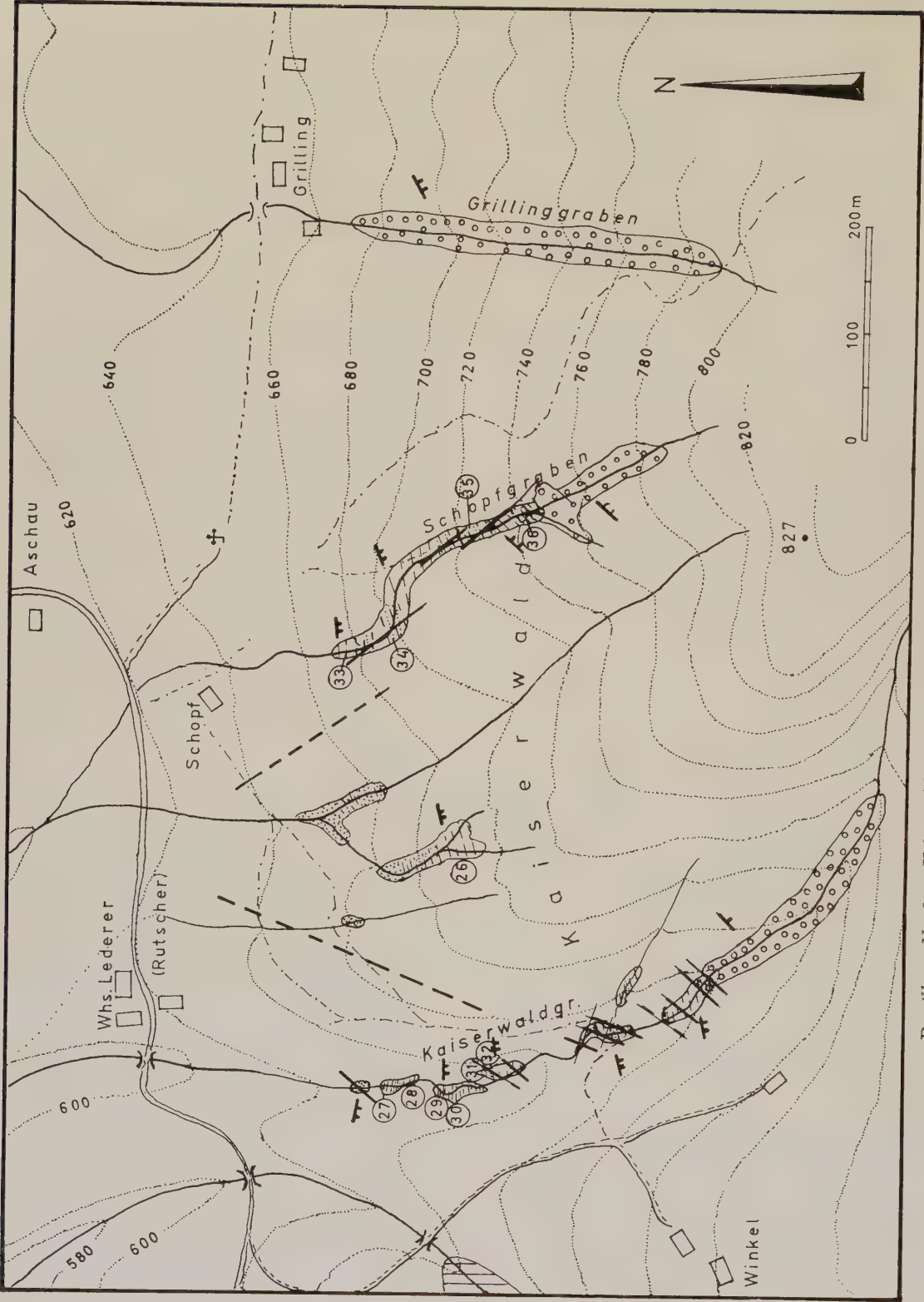


Störungen: a. beob.
b. vermutet



Fallzeichen: a. -30°
b. -60° c. -80° d. -90°

① Proben-Entnahmestelle



Detailkarte Nr. 2 — Kaiserwald, nördlich des Zahmen Kaisers, Tirol. (Legende siehe S. 73).

10 cm mächtig) sind eingelagert. Auf den Schichtflächen kommt manchmal Pflanzenhäcksel vor.

(Pr. K 32) *Ft c*

90/50 S ca. 13 m

aufschlußloser Abschnitt, entspricht etwa 7 m Mächtigkeit.

- 7) graubraune, gut geschichtete, gebänderte Mergel. Nach oben werden sie härter, plattiger und sandiger. Es kommen stark sandige Lagen vor. Auf den Schichtflächen Pflanzenhäcksel; häufig gestört.

80/50 S

- 8) In graue, gebänderte, pflanzenhäckselführende Mergel sind mehrere, dicht aufeinander folgende, bis 15 cm mächtige Bänke von Grobsandstein bis Feinkonglomerat mit z.T. reichlich Schalenschutt eingelagert. Stark gestörte Zone.

Im Hangenden folgen (immer stark gestört) plattige, ziemlich harte Mergel (« Fischschiefer ») mit Sandsteineinlagerungen.

Wegen der durch die starke Verschuppung verursachten Unsicherheit, wurde der folgende Profilabschnitt nicht mehr berücksichtigt.

Es kommt mindestens eine Profilwiederholung vor, die aber eigenartigerweise faziell mehr den Häringer Vorkommen entspricht. Auch der fossilführende Brekzienhorizont kommt wieder vor, der in seiner Ausbildung zwischen Nr. 8 des beschriebenen Profils und den Häringer Lithothamnienkalken vermittelt.

Zur Fortsetzung des Kaiserwaldgraben-Profils wurde das ca. 400 m weiter östlich aufgeschlossene Schopfgraben-Profil gewählt. Hier fehlen zwar alle tieferen Sedimente, doch sind die oberen Partien gut aufgeschlossen und lassen sich an das Kaiserwaldgraben-Profil anschließen.

- 6) feingeschichtete, graue Mergel, eingelagerte dünne Sandsteinbänke. (Pr. K 33, K 34) *Ft c*, z.T. stark gestört, genaue Mächtigkeit nicht anzugeben.

85/52 S

- 7) ähnlich 6, etwas sandiger, stark gestört, größere Aufschlußlücken. *Ft d*

75/50 S

der Brekzienhorizont ist in diesem Profil nicht aufgeschlossen.

- 9) feingeschichtete, graue, plattige Mergel (« Fischschiefer »), wechsellagernd mit Sandsteinbänken (4 - 10 cm), die z.T. grobkörnig sein können. *Ft d*

80/40 S

- 10) graue Kalksandsteine (3 - 30 cm Bankmächtigkeit), wechsellagernd mit verschiedenen dicken Mergelzwischenlagen.

ca. 2 1/2 m

- 12) « Fischschiefer », feingeschichtet, z.T. etwas sandig, einzelne Sandsteinbänke, wechselnder Tongehalt, nach oben weicher und bräunlich werdend. (Pr. K 35, K 36) *Ft e*

40/70 S bis 80/70 S ca. 60 m

- 13) nach oben Übergang in weiche, graue, schlechter geschichtete Mergel, mit rot anwitternden, rundlichen Absonderungsflächen, häufig gestört und verquetscht. *Ft e* (mit armer Zwergfauna).

b. Südflügel

Kohlenbach-Profil, Gebiet von Kössen (Anlage 2, linke Profilsäule).

Es wurden für dieses Profil, um Verwechslungen mit dem Nordflügel-Profil zu vermeiden, die einzelnen Schichtglieder mit 1' - 10' numeriert, die nicht immer Analoga der anderen Profilnummern sind.

Ohne Numerierung: limnofluviatile Basisserie, ca. 150 m.

aufschlußloser Abschnitt, entspricht ca. 3 m Mächtigkeit.

60 cm graubrauner, fleckiger, dichter Süßwasserkalk, nach oben mit eingelagerten Geröllen. Durch Zunahme der Gerölle geht dieser Kalk über in

- 1') grobes Konglomerat mit kalkalpinen Komponenten 30 cm

Das Konglomerat geht in eine Brekzie mit Molluskenresten über, 10 cm

auf die ein Horizont folgt, der fast nur aus Korallen besteht; die Zwischenräume sind mit sandig-mergeligem Material gefüllt. 50 cm

Eine 5 cm mächtige Schicht, fast nur aus *Ampullina crassatina* (Lam.) bestehend, leitet über zu einem sehr fossilreichen, vorwiegend Mollusken führenden, mergeligen Sandstein.

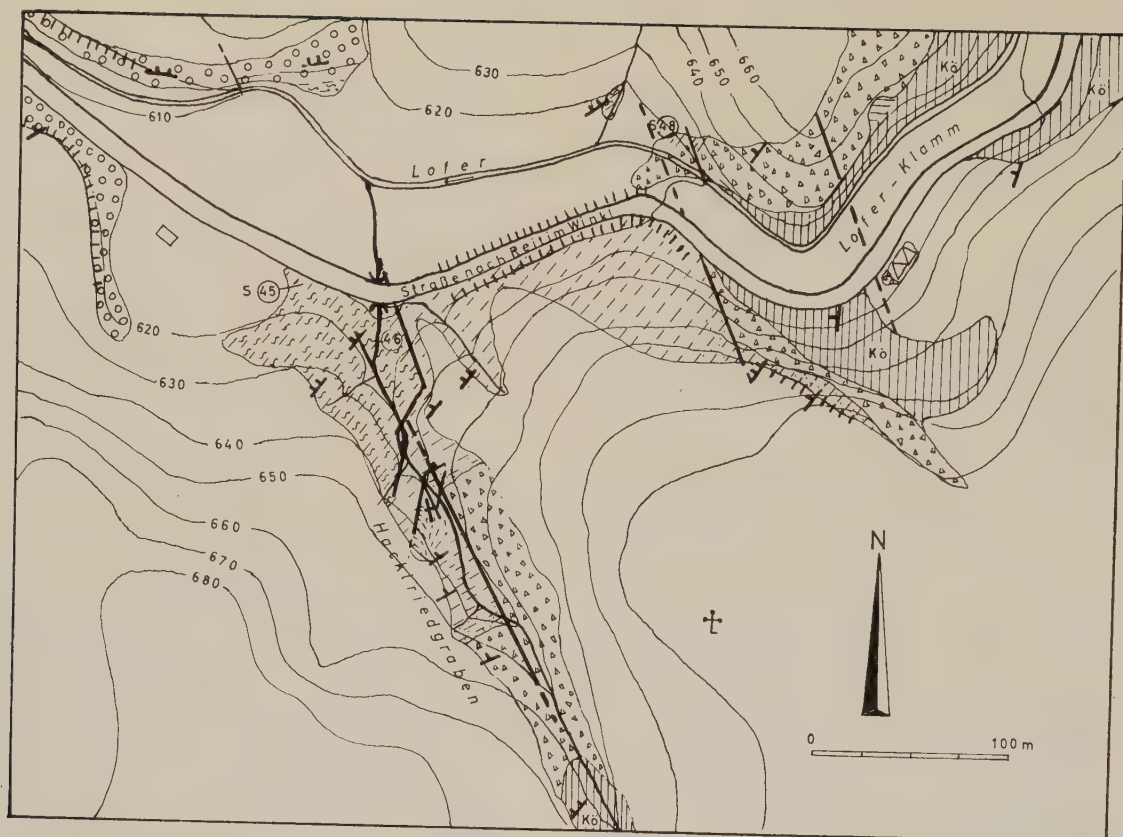
ca. 40 cm

- 2') durch Kornverfeinerung und Zunahme des Mergelanteils folgt ein grauer, sandiger Mergel mit Megafossilien und Großforaminiferen (Numuliten).

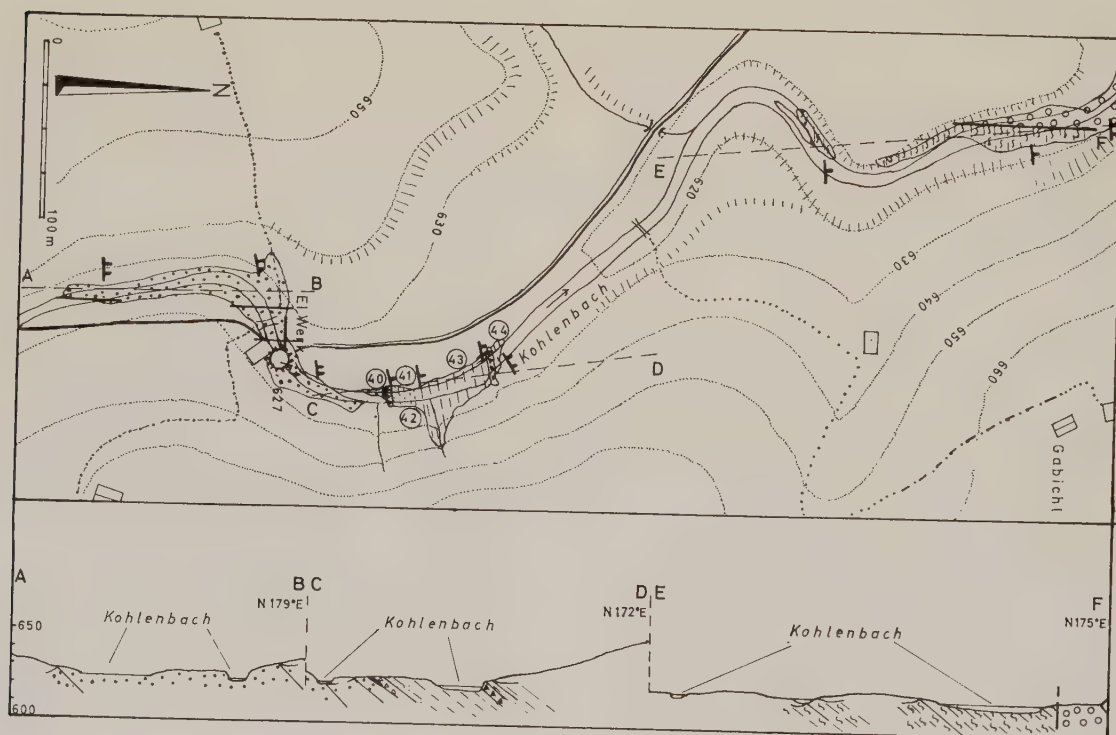
70/30 N (Pr. S 40) *Ft a'* ca. 1 m

- 3') tonige, fast ungeschichtete, dunkle Mergel gehen aus 2') durch Sandabnahme hervor. (Pr. S 41) *Ft b'*

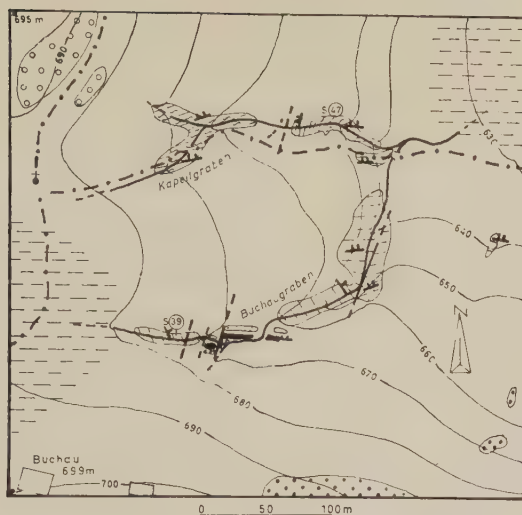
85/25 N ca. 3 m



Detailkarte Nr. 3 — W-Ausgang der Loferkamm und Hackriedgraben, östlich von Kaltenbach, Tirol.



Detailkarte Nr. 4 — Kohlenbach, südlich von Kössen, Tirol.



Detailkarte Nr. 5 — Buchau- und Kapellgraben, südwestlich von Kössen, Tirol.

4') sandige, graue, schlecht geschichtete Mergel mit einigen Megafossilien; ca. 2 m

5') graue, tonige, fast sandfreie, grobstückig brechende, feingebänderte Mergel... (Pr. S 42) *Ft c'*

6') ...gehen über in besser geschichtete, plattige, härtere, graue Mergel. Auf den Schichtflächen sind Fischschuppen und kleinste Lamellibranchiatenschalen. Einförmige Sedimentation, keine Sandsteine. (Pr. S 43) *Ft d'*

(«Fischschiefer») 80/30 N

5' + 6' ca. 26 m

7') geringmächtige Lage sandigerer, grauer Mergel mit kleinen, eingeschlossenen Geröllen und dünner (7 cm) grauer Brekzienbank. 75/40 N

8') grobe Blockbrekzie (Komponenten bis 30 cm Ø) mit unsortierten, nicht kantengerundeten, z.T. reinmergeligen Komponenten (Neokom-Mergel). Die obersten Lagen werden feiner und ähneln der ersten kleinen Brekzienbank. Übergang im Zentimeterbereich über eine sandige Lage in normale «Fischschiefer»-Sedimentation (6').

3,5 m

Aus den Mergeln hangend zur Grobbrekzie Pr. S 44 (55/35 N);

Profil auf. ca. 175 m Erstreckung nicht abgeschlossen, entspricht ca. 75 m Mächtigkeit.

9') «Knollenmergel», graue, feingebänderte, aber nicht plattige, grobstückig brechende, tonige

Mergel mit rot anwitternden, rundlichen Absonderungsflächen. Pflanzenhäcksel, wenige kleine, dünnschalige Lamellibranchiaten. Nicht durchgehend aufgeschlossen.

80-90/30 N *Ft e'* ca. 70 m

Pr. S 45 (siehe Anlage 2) stammt aus vergleichbaren Mergeln bei Kaltenbach, ca. 4 km östlich des Kohlenbaches. (Detailkarte Nr. 3).

10') Angerberg-Schichten: Konglomerate, Sandsteine, sandige Mergel, Tone und Kohleschmitzen. Limnofluviatile Fazies. Hier durch Störung angrenzend, an anderer Stelle über brackischen Bereich (klastische Lagen mit *Polymesoda* sp.) aus 9' hervorgehend.

80/40 N ca. 250 m

Gebiet von Häring: Das Profil (Anlage 2, rechte Profilsäule) wurde nach Lühr (1962, S. 14, Abb. 2) umgezeichnet. Für die Beschreibung dieses Profils siehe Lühr (1962, S. 12ff).

2. *Becken von Reichenhall und Salzburg* (Anlage 3).

Hier wurde Abb. 5 aus v. Hillebrandt 1962 (a) übernommen. Für die Profilbeschreibungen siehe v. Hillebrandt (1962 (a), S. 344). Die Anordnung der Proben im Profil wurde nach den mündlichen Angaben von Herrn Dr. A. v. Hillebrandt vorgenommen.

Material

Von den zahlreichen entnommenen Proben wurden aus dem Untersuchungsgebiet vor allem 49 Schlämmrückstände für die Bearbeitung der Bolivinen eingehender berücksichtigt. Sie wurden laufend durchnummeriert und je nach Herkunftsgebiet mit einem Buchstaben versehen. Es bedeutet:

R = Reit im Winkl; (Detailkarte 1)

K = Kaiserwald; (Detailkarte 2)

S = Südflügel im Bereich von Kössen; (Detailkarte 3-5)

Ft = Faunentyp;

Liste der Schlammproben
(Erklärung der Abkürzungen siehe oben)

Nr.	Gelände Nr.	Faunentyp	Aufschluß
R 1	620829/0	Ft a	Pötschbichlgraben bei Reit im Winkl
R 2	620829/1		
R 3	620829/2		
R 4	620829/3	Ft b	
R 5	620829/4		
R 6	620829/5		
R 7	620829/6	Ft c	
R 8	630913/7		
R 9	620829/7		
R 10	620829/8	Ft d	
R 11	630913/6		
R 12	620829/9		
R 13	620829/10	Ft e	
R 14	620829/11		
R 15	620829/12		
R 16	620829/13	Ft d	
R 17	630913/4		
R 18	620829/14		
R 19	620829/15	Ft e	
R 20	620829/16		
R 21	620829/17		
R 22	620903/1	Ft d	
R 23	620903/6		
R 24	620903/8		
R 25	620826/4	Ft b	Graben westl. Pötschbichlgraben
K 26	620827/8	Ft b	Graben östl. Kaiserwaldgr.
K 27	630924/1	Ft a	Kaiserwaldgraben, nördl. Zahmer Kaiser
K 28	630924/2		
K 29	630924/4		
K 30	630913/16	Ft b	
K 31	620701/2		
K 32	630924/11		
K 33	620701/13	Ft c	
K 34	620828/9		
K 35	620828/3		
K 36	620701/12	Ft e	
K 37	630924/20		
			Ft b
S 38 a	47	Ft a'	Oberhochstätt, nördl. Schwendt
S 38	48	Ft b'	
S 39	194	Ft b'	
S 40	55	Ft a'	Buchaugraben
S 41	260	Ft b'	
S 42	620805/8	Ft c'	
S 43	134	Ft d'	Kohlenbach
S 44	262		
S 45	(Sammelpr. aus 309, 310, 282)		
S 46	183	Ft e'	westl. Hackriedgr. « Knollenmergel », Hackriedgraben
S 47	285		Kapellgraben
S 48	256		Lofer

Fossilführung: Die Häringer Schichten enthalten z.T. sehr individuen- und artenreiche, oft gut erhaltene Mega- und Mikrofaunen, auf die hier im ganzen nicht näher eingegangen werden soll. Die Megafaunen wurden von Reis (1889), Deninger (1901), Dreger ((1902), Schlosser (1923), Schachl (1939), Glück (1952, Ms.) u.a. zum Teil sehr ausführlich bearbeitet. Nähere Angaben zur Megafauna finden sich auch bei Boussac (1912, S. 588 f.), Lühr, (1962, S. 43) und Lindenberg (1962, Ms., S. 59).

Auf die Mikrofauna ging Hagn (1953; 1960, S. 154, 157) wiederholt ein. Neuerdings wurde die Mikrofauna der « Zementmergel » bei Häring von Lühr (1962) eingehend bearbeitet. Eine eigene Untersuchung der Mikrofaunen der Häringer Schichten östlich des Inns liegt der folgenden Bolivinenbeschreibung zugrunde. Nach ihr erfolgte auch die Alterseinstufung und die Einteilung der einzelnen Gemeinschaften in Faunentypen (s.S. 86). Die genaue Kenntnis der Fauna war für die Beurteilung der ökologischen Verhältnisse unerlässlich.

Neben Foraminiferen enthielten fast alle Proben Ostracoden. Schalenschutt, Seeigeltstacheln und Bryozoen sind vor allem in Ft a häufig. In den « Fischschiefern » (Ft d, e, d') sind Fischreste, besonders Otolithen und Fischzähne zu finden. Die « Knollenmergel » des Südflügels (Ft e') enthalten in den oberen Lagen nicht selten umgelagerte Foraminiferen aus Oberkreide und unterlagernden, älteren, tertiären Bildungen (vgl. Hagn, 1953, S. 339; Lindenberg, 1962, Ms. S. 65; Kövecs, 1964, Ms., S. 74).

Vergleich der Profile und Altersstellung

Um die lithologisch und faziell verschiedenen Schichtglieder der Profile der Häringer Schichten zeitlich korrelieren zu können, mußte ein zuverlässiges, zeitliches Analogon aller Profile gefunden werden.

Trans- und Regressionen können naturgemäß keine zeitlichen Grenzen markieren, da sie in den einzelnen Beckenteilen zu verschiedenen Zeiten stattfinden können.

Auch der Fazieswechsel kann sich je nach den herrschenden paläogeographischen und ökologischen Bedingungen in jedem Teil des Beckens zu verschiedener Zeit vollziehen. Die Mächtigkeit von gleichartigen Sedimenten kann zwar verglichen werden, doch bildet sie letztlich keinen sicheren Maßstab.

Bei den — geologisch gesehen — geringen Zeitdifferenzen zwischen Transgression, Fazieswechsel etc. innerhalb eines kleinen Sedimentationsraumes, darf man auch aus der Fauna keine Beweiskraft erwarten. Gleiche Fazies wird gleiche Fauna hervorrufen, deren zeitlich bedingte Veränderung kaum festzustellen ist.

Es muß also versucht werden, ein datierbares « Ereignis » zu suchen, das dem ganzen Sedimentationsraum seine Spuren aufprägte. Naturgemäß wird ein solches « Ereignis » tektonischer Art sein. Die jetzt vorliegende detaillierte Aufnahme der Profile des ganzen Gebietes (siehe auch Lühr, 1962, Kövecs, 1964) ermöglicht eine vergleichende Betrachtung:

Es fällt auf, daß die Profile alle eine unvermittelt in feinpelitische Sedimentation eingeschaltete, $\pm$ grobklastische Lage enthalten:

- a) *Kohlenbach:* In einförmige « Fischschiefer »-Sedimentation ist eine z.T. sehr grobe Brekzie, mit Komponenten des mesozoischen Untergrundes, von ca. 3,5 m Mächtigkeit, eingelagert. Der Übergang von den « Fischschiefern » in die Brekzie, bzw. in eine dünne Feinbrekzienlage an der Basis dieses klastischen Horizontes und von der Brekzie wieder in die « Fischschiefer » konnte nachgewiesen werden.
- b) *Reit im Winkl:* Eine in ihrer Mächtigkeit und Ausbildung auf engem Raum schwankende, z.T. konglomeratisch ausgebildete, sehr fossilreiche Brekzie tritt unvermittelt in feinpelitischen « Fischschiefern » auf. Ihr sedimentärer Übergang ist nachgewiesen.
- c) *Kaiserwaldgraben:* Mehrere, ziemlich dünne Brekzienlagen folgen dicht aufeinander. Sie führen reichlich Schalenschutt

und bestehen aus Komponenten des kalkalpinen Untergrundes. Das Liegende und Hangende bilden feinpelitische « Fischschiefer ». In einer tektonischen Schuppe desselben Profils tritt die Brekzienlage in etwas veränderter Form mit Mollusken-, Korallen- und Nummulitenführung noch einmal auf.

- d) *Häring*: In die Mergelsedimentation ist eine (manchmal auch mehrere, dünnere, dicht aufeinander folgende) sog. « Lithothamnienkalk »-Lage eingeschaltet.

Dieser « Kalk » ist stark brekziös bis konglomeratisch (Lühr, 1962, S. 28), eine für einen Lithothamnienkalk ungewöhnliche Ausbildung. Die Komponenten der « Lithothamnienkalk-Brekzie » sind wieder Gesteine des kalkalpinen Mesozoikums.

Man geht wohl nicht fehl, wenn man grobklastische Einschaltungen in feinpelitische z.T. küstenfernere Sedimente auf die Einwirkung einer tektonischen Veränderung des betreffenden Gebietes zurückführt. Es liegt ferner auf der Hand, vergleichbare Auswirkungen der Tektonik im Sedimentationsablauf innerhalb eines so kleinen Raumes, wie dem Unterinntaler Bereich, auf ein und dasselbe tektonische « Ereignis » zu beziehen. Diese klastischen Horizonte aller Profile stellen also mit größter Wahrscheinlichkeit Zeitäquivalente dar.

Von dieser Annahme ausgehend, wurden die ermittelten Sedimentmächtigkeiten der einzelnen Profile verglichen, wobei die Brekzienlage als Bezugshorizont diente.

- 1) *Südflügel*: Es ergab sich eine auch in den Einzelmächtigkeiten gute Übereinstimmung des Häringer-Profils mit dem des Kohlenbachs (Anlage 2). Beide Profile beginnen mit limnofluviatilen Sedimenten, die in Kössen wesentlich mächtiger, aber auch gröber klastisch sind. In beiden Profilen sind die obersten Lagen dieser « Basisserie » feinpelitisch bis kalkig ausgebildet (Süßwasserkalk, Bitumenmergel und -kalke). Die Mächtigkeit der faziell etwas unterschiedlichen marinen

Mergel bis zur Brekzie bzw. dem Lithothamnienkalk, ist in beiden Profilen fast gleich. Die Mergelsedimentation zwischen Brekzie und Angerberg-Schichten entspricht sich in fazieller Abfolge und Mächtigkeit zumindest in den oberen Lagen sehr gut. Die Schichten beider Profile fallen nach N ein und lassen keine Überkippung oder ähnliche, die Orientierung verändernde Umstände erkennen.

Sie werden deshalb dem Südflügel einer weitgespannten Mulde zugeordnet.

- 2) *Nordflügel*: Nach den gleichen Grundsätzen lassen sich die Profile von Reit im Winkl und die aus dem Kaiserwald miteinander vergleichen (Anlage 1). Sie entsprechen sich gut in Faziesabfolge und Faunenführung. Beiden fehlt eine limnofluviatile Basisserie. Das Meer transgredierte in beiden Fällen über Hauptdolomit. Auf brekziöse und sandige, verschieden mächtige Basisbildungen folgen in beiden Gebieten ungeschichtete, tonige und kalkige Mergel, die nach oben in plattige « Fischschiefer » übergehen, in die jeweils die Brekzienlage eingeschaltet ist.

Die faziell fast gleiche Entwicklung im Hangenden der Brekzienlage in beiden Gebieten entspricht sich auch in ihrer Mächtigkeit. Die einzelnen Sandsteinhorizonte variieren auf engstem Raum stark in Mächtigkeit und Dichte der Aufeinanderfolge einzelner Bänke, so daß eine Korrelierbarkeit über größere Entfernungen kaum zu erwarten ist. Das gehäufte Auftreten von Sandsteinen setzt in den Profilen erst hangend zur Brekzienlage ein.

Die Mächtigkeitsunterschiede in den tieferen Lagen sind entweder in den unterschiedlichen Sedimentationsgeschwindigkeiten von Sandstein und Mergel oder in zeitlicher Differenz zu suchen. Die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß bei etwa gleichzeitiger Transgression in beiden Gebieten die Mergelsedimentation im Kaiserwaldgebiet früher einsetzte, also teilweise als äquivalente Bildung der mächtigeren Sandsteine bei Reit im Winkl anzusehen ist. Einfallen der Schichten

nach S (trotz teilweiser Unterschiebung der Kaiserwald-Vorkommen unter das Kaisermassiv) kennzeichnen diese Profile als Teile des Nordflügels der erwähnten Mulde.

Vergleicht man die Süd- und die Nordflügelprofile miteinander, so fällt auf, daß die Mächtigkeiten der marinen Schichtglieder im Liegenden des Brekzienhorizontes am Nordflügel weit größer sind, als die entsprechenden des Südflügels. Die Mächtigkeiten von Mergelsedimenten innerhalb eines Beckens, bei vergleichbarer Fazies, dürften angenähert in der Zeiteinheit vergleichbar sein. Es ist also nicht anzunehmen, daß bei Kössen und Häring langsamer sedimentiert wurde, als bei Reit im Winkl und Ebbs.

Die limnofluviatilen Bildungen des Südflügels sind also Äquivalente einer vollmarinen Sedimentation des Nordflügels.

Dies macht es notwendig, einen Blick auf die bisherige Einstufung der Basisserie und der Häringer Bitumenmergel zu werfen.

Diese Schichtfolge gilt nach Ettingshausen (1853), der die Flora bearbeitete, und Schlosser (1922, S. 180, 181; 1925, S. 59, 60) als Obereozän.

Boussac (1912, S. 603) entkräftigte die Beweise von Ettingshausen für eozänes Alter der Häringer Flora, und stellt die Bitumenmergel wie die Zementmergel in das Oligozän.

Schlosser's Argumentation (1925) stützt sich auf das Vorkommen von *Sequoia sternbergi* (Göpp.) in Häring und Oberaudorf sowie auf das durch marine Fossilien belegbare eozäne Alter der Oberaudorfer Sedimente.

Lühr (1962, S. 23) findet keine neuen Altershinweise und schließt sich den älteren Autoren an. Eine kleine Charophyten-Flora, die er aus den höheren Bitumenmergeln ausschlämmen konnte, hat nach brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. Mädler (vgl. Lühr, 1962, S. 23) ausgesprochen oligozänen Charakter.

Für weitere Literaturzitate zu diesem Thema siehe Lühr (1962, S. 3), Hagn (1960, S. 150).

Nach meinen Untersuchungen kann nun weder für die limnofluviatile Basisserie von Kössen, noch für die Basisserie und die Bitumenmergel von Häring ein zwingender Beweis für eozänes Alter erbracht werden. *Sequoia sternbergi* (Göpp.) ist im Alttertiär weit verbreitet und hat nicht den ihr zugeschriebenen Leitwert für Obereozän (freundl. mündliche Mitteilung von Herrn Dr. W. Jung). Die Deckel von Landschnecken, die in den limnofluviatilen Sedimenten des Südflügels (Kohlenbach, Habersauertal) gefunden wurden (Lindenberg, 1962, Ms., S. 44), lassen sich entfernt mit solchen von *Palaeocyclotus exaratus* Sandb. und *Procyclotella laevigata* (Sandb.) vergleichen. Das Vorkommen ähnlicher Schneckendeckel in den limnofluviatilen Teilen der Oberaudorfer Schichten hatte mich früher bewogen (Lindenberg, 1962, Ms., S. 45), die Basisserie bei Kössen mit Vorbehalt ebenfalls in das Obereozän zu stellen. Schneckendeckel von *Palaeocyclotus exaratus* vom Monte Rocchetta (Vicentin) und von Oberaudorf, die zum Vergleich vorlagen, sind aber wesentlich grösser als diejenigen aus dem inneralpinen Tertiär bei Kössen. Es bleibt fraglich, inwieweit die nur wenig bekannten Schneckenarten leitend für einen engen stratigraphischen Bereich sind, und ob nur aus dem Deckel mit Sicherheit auf die Artzugehörigkeit der Schnecke geschlossen werden kann. Diese Unsicherheiten sowie die morphologischen Unterschiede der Schneckendeckel von Kössen zu denen aus sicherem Eozän nehmen folglich den Fossilfunden die Beweiskraft für eozänes Alter der fraglichen Schichten.

Der hier erfolgte Nachweis des sedimentären Übergangs der nicht marinen Basisserie in die marinen Transgressionsbildungen der Häringer Schichten (Kohlenbachprofil) sowie das Vorkommen mariner Äquivalente der limnofluviatilen Basisserie in anderen Beckenteilen macht den Schluß zwingend, daß Basisserie und marine Äquivalente etwa gleichalt sein müssen.

Für die *marinen* Anteile der Häringer Schichten konnte in Übereinstimmung mit

älteren Autoren (u.a. Reis, 1889; Boussac, 1912, S. 598; Schlosser, 1923; 1925, S. 51; Hagn, 1953; 1960, S. 154, 157; Lühr, 1962, S. 53) ein *oligozänes* Alter bewiesen werden.

Es wurde dazu die umfangreiche Mikrofauna der Häringer Schichten eingehend untersucht. Die Einzelheiten dieser Faunenanalyse würden den Rahmen dieser Arbeit sprengen, es soll hier nur auf die Grundlagen der erfolgten Alterseinstufung hingewiesen werden.

Die Mikrofaunen der Häringer Schichten verändern sich in ihrer Zusammensetzung, Arten- und Individuenzahl parallel zur faziellen Änderung der Sedimente. Sie lassen sich in 5 Faunentypen (abgekürzt Ft) gliedern, die jeweils ökologisch vergleichbare Gemeinschaften umfassen (vgl. S. 86).

Die Faunentypen folgen in der Reihenfolge der Buchstaben (a-e) stratigraphisch übereinander und entsprechen im wesentlichen einer Tiefen- und Temperaturabfolge. Das Einsetzen eines Fauentyps bildet keine stratigraphisch markante Grenze, da der *fazielle Wechsel sich in den einzelnen Beckenteilen zu verschiedener Zeit vollzog* (vgl. Anlage 1 u. 2).

Zur Alterseinstufung eignet sich vor allem der arten- und individuenreiche Ft b (Nordflügel). Besonders in dieser Faunengemeinschaft kommt eine große Zahl von Foraminiferen vor, die sonst nur aus faziell vergleichbaren Ablagerungen des Eozäns bekannt sind.

Es handelt sich vor allem um:

Plectina eocenica Cushman
Bolivina vaceki vaceki Schubert
Bolivina terquemi nom. nov. (= *B. carinata* Terquem)
Bolivina striatocarinata Cushman
Nonion halkyardi Cushman
Reussella recurvata (Halkyard)
Alabamina acutimargo (Halkyard)
Queraltina epistominoides Marie
Almaena taurica Samoilova
Cibicides eocaenus (Gümbel)
Cibicides dalmatinus Van Bellen
Cibicides ammophilus (Gümbel)
Roglicia sphaerica Van Bellen
Ceratobulimina bauerii crassa (Halkyard)
Globigerina eocaena Gümbel

Neuerdings wurden einige dieser Formen auch in oligozänen Sedimenten Nord-Sloweniens (Hemleben, 1964, Ms.) gefunden.

Diesen bezeichnenden, eozänen Elementen stehen einige Arten gegenüber, die bisher nur aus oligozänen Sedimenten bekannt wurden:

Bolivina vaceki bavarica Lühr
Bolivina beyrichi-Gruppe
Bulimina sculptilis Cushman
Caucasina schischkinskayae (Samoilova)
Asterigerina praeplanorbis Hagn
Globorotalia postcretacea (Mjatliuk)
Nummulites intermedius D'Archiac
Nummulites vascus vascus Joly & Leymerie

Wie schon Hagn, Hölzl & Hrubesch, 1962, S. 441, bemerkten, ist das Neuauftreten von Arten höher zu bewerten als das Persistieren älterer Faunenelemente. Es fehlen zudem in dieser Fauna alle Foraminiferengattungen und -Arten, die nach bisheriger Kenntnis die Eozän-Oligozän-Grenze nicht überschreiten, wie: *Discocyclina*, verschiedene Nummuliten-Arten (z.B. *N. fabianii*), *Hantkenina*, *Globigerapsis*, *Porticulasphaera* und bestimmte Arten der Gattungen *Globorotalia* und *Globigerina*. Auch die Serpuliden-Art *Rotularia spirulaea* (Lam.) kommt nicht vor (vgl. Hagn, 1960, S. 72, 157).

Um zu einer möglichst genauen Aussage zur Altersstellung zu gelangen, wurden die Mikrofaunen der Häringer Schichten mit Faunen anderer Gebiete (anhand von Vergleichsmaterial) verglichen.

Wenn aus qualitativ gleicher Faunenzusammensetzung und übereinstimmenden Sedimenten auf angenähert gleiche Fazies geschlossen werden konnte, lieferte auch der Vergleich der biometrischen Daten von *Bolivina vaceki bavarica* Lühr Anhaltspunkte für die Deutung von Altersunterschieden.

So ergab sich ein fast völliges Übereinstimmen der Fauna der braunen Mergel von Pouzdrany (*Pausramer Mergel*) mit Ft b (Reit im Winkl), sowohl was den Artbestand als auch was die Entwicklungshöhe von *B. vaceki bavarica* anbelangt (s.S. 142 und Diagramm IV, Reihe 6). Vergleichsmaterial verdanke ich Herrn Prof. Dr. Vl. Pokorny,

Prag. Die braunen Pausramer Mergel wurden von Pokorny (1960, S. 1110) in das Unteroligozän, von Cicha et al. (1964, S. 459) in höhere Teile des Oligozäns eingestuft.

Faunen aus den *Kleinzeller Tegeln* (Ungarn) und aus dem inneralpinen Tertiär von Nord-Slowenien (Kamniska/Bistrica) liessen sich zwar faziell gut mit Ft b vergleichen, doch fanden sich in ihnen nicht so viele eozäne Elemente. Der Vergleich der variationsstatistischen Auswertung der Daten von *B. vaceki bavarica* Lühr ergab einen Hinweis darauf, daß diese Schichten etwas jünger sein könnten als Ft b von Reit im Winkl (vgl. S. 142).

Eine Probe vom Monte Brione, *Oberitalien* (vgl. Hagn, 1956, S. 97), die zur Untersuchung vorlag, läßt sich — bei weitgehend gleicher Faunenzusammensetzung wie Ft b — nach den ermittelten Daten von *B. vaceki bavarica* als gleichalt oder vielleicht etwas jünger als die tieferen Mergel von Reit im Winkl einstufen (vgl. S. 141 und Diagramm IV, Reihe 5).

Altersgleichheit von Ft b mit der *Bolivina*-Zone Südrußlands (Subbotina, 1953; Berggren, 1960, Tab. 7; Pokorny, 1960, S. 1100) ist m. E. wahrscheinlich, dies konnte aber noch nicht an Originalmaterial überprüft werden.

Die Messdaten von *B. koessenensis* n. sp. aus den Häringer Schichten zeigen gute Übereinstimmung mit denen dieser Art aus dem inneralpinen Tertiär von Nord-Slowenien (vgl. S. 142 und Diagramm IV, Reihe 10, 11). Auch im Mitteloligozän der Schweizer Molasse (freundliche mündliche Mitteilung von Herrn Fr. Scherer, Bern) ist diese Art sehr häufig. Eine stratigraphische Nutzenanwendung ist jedoch wegen der geringen orthogenetischen Entwicklung der Art im betrachteten Zeitraum nur bedingt daraus abzuleiten.

Für den stratigraphischen Vergleich der Profile der Häringer Schichten eignen sich Bolivinen nicht sehr gut, da die Fazies von Ft b nur im Nordflügel anzutreffen ist, während Ft b' und Ft b'' (Südflügel) in einigen Punkten abweichen.

Dennoch ergeben sich aus Verschiedenheiten in der ontogenetischen Entwicklung von *B. vaceki bavarica* einige Hinweise darauf, daß Ft b'' (Häring) jünger ist als Ft b (Reit im Winkl) (siehe hierzu S. 141).

Angeregt durch die Untersuchung von Lühr (1962) an Asterigerinen, wurden neben Bolivinen auch andere Faunenelemente (*Bulimina sculptilis*, *Asterigerina rotula*) biometrisch untersucht und zum Vergleich der Profile herangezogen. Lühr (1962, S. 165) untersuchte Asterigerinen der *A. rotula*-Gruppe aus den « unteren Zementmergeln » bzw. dem « Lithothamnienkalk » bei Häring biometrisch und verglich sie mit eozänen Vertretern dieses Formenkreises aus dem Helvetikum.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine Population von *A. rotula* (Kaufmann) aus Ft a (Reit im Winkl) variationsstatistisch ausgewertet. Die Werte liegen vermittelnd zwischen denen der eozänen Populationen und denen von Häring, was m.E. auf eine auch zeitliche Zwischenstellung der Vorkommen von Reit im Winkl hinweist (Näheres hierzu S. 133).

Die tieferen marinen Lagen von Häring (Südflügel) sind also etwas jünger als die von Reit im Winkl (Nordflügel), wie es nach dem Vergleich der Profile anzunehmen war.

Für beide Ablagerungsbereiche läßt sich aber aus der Fauna ein *oligozänes Alter ableiten*.

Die Angerberg-Schichten haben, wie wiederholt belegt wurde (Schlosser, 1909, S. 544; Zöbelein, 1952, S. 53; 1955, S. 343; Lindenberg, 1962, Ms, S. 72), ein oberoligozänes Alter. Das gleichzeitige Einsetzen der Sedimentation dieser limnofluviatilen Schichten in allen Beckenteilen ist nicht zu beweisen. Die Mächtigkeiten der betrachteten Profile, im Hangenden der Brekzienlage, entsprechen sich einigermaßen, doch kann durch tektonische Einflüsse vieles verwischt sein. Vom Unterangerberg gibt Kövecs (1964, S. 50) mehrere hundert Meter Mächtigkeit allein des oberen Teiles der Häringer Schichten (« Unterangerberg-Schichten » sensu Kö-

vecs) an. Es ist nicht zu entscheiden, ob hier, verglichen mit den anderen Beckenteilen, eine tatsächlich erheblich mächtigere Schichtfolge vorliegt, oder ob tektonische Verschuppungen dieses Bild nur vortäuschen.

Da die Angerberg-Schichten, wie gezeigt werden konnte (Lindenberg, 1962, Ms., S. 57), ohne Sedimentationsunterbrechung auf die marinen Häringer Schichten folgen, müssen letztere also entweder in das Unter- und Mitteloligozän oder nur in das Mitteloligozän (bzw. z.T. vielleicht auch noch in das Oberoligozän) gehören. Es ist nicht anzunehmen, daß die fazielle Grenze, die durch die Aussüßung eines Meeresbeckens bedingt ist, mit der stratigraphischen Grenze Mittel- zu Oberoligozän zusammenfällt.

Das reichliche Vorkommen eozäner Faunenelemente in den tieferen Lagen des Nordflügels läßt es möglich erscheinen, daß die Sedimentation der Häringer Schichten bereits im tieferen Oligozän begann.

Ft b — und folglich auch Ft a — lassen sich also nach dem heutigen Stand der Kenntnis mit einiger Wahrscheinlichkeit in das *Unteroligozän* einstufen, wobei allerdings auf die unsichere Fassung dieser Stufe hingewiesen werden muß. Ob aber Ft b' (Kohlenbach) und Ft b'' (Häring), die beide jünger sind als Ft b, auch in das *Unteroligozän* gehören, ist dagegen nur schwer zu entscheiden.

Zumindest Teile des Ft d und vermutlich Ft e, e', d'', e'' dürfen in das *Mitteloligozän* gestellt werden. Eine genauere Grenzziehung zwischen *Unteroligozän* und *Mitteloligozän* — wenigstens außerhalb des Faziesbereichs der Typlokalitäten — scheint hier kaum durchführbar zu sein und wird in neueren Arbeiten zu diesem Thema auf mikropaläontologischer Grundlage meist auch nicht mehr vorgenommen (vgl. u.a. Eames et al. 1962).

Auf die Verwendung der an die jeweiligen Fazieszonen gebundenen Ausdrücke Lattorf, Rupel, Chatt etc. möchte ich hier verzichten. Gerade das « Lattorf », ist in seiner Existenzberechtigung stark umstritten (vgl. Krutzsch & Lotsch, 1957, 1958, 1963; Hagn et al. 1962) und noch nicht durch einen den Anforderungen für überregionale Korrelation genügenden, neuen Stratotyp ersetzt worden.

Zu wünschen wäre die Koppelung von Stratotypen mit einem von der Lokalfazies unabhängigen Eichmaßstab, wie er etwa durch Biozonen mit pelagischen Foraminiferen oder biometrisch ermittelten Entwicklungshöhen faziell unempfindlicher bzw. fixierter Organismen (z.B. auch Nannoplankton) zu gewinnen wäre.

Bemerkungen zur Paläogeographie des inneralpinen Tertiärs

Für die Entstehung der *Oberaudorfer Schichten* wird ein möglicherweise nur kurzer Meeresvorstoß aus NE bzw. E (Becken von Reichenhall) angenommen, dem vielleicht eine Regression nach E folgte. Es ist nicht zu entscheiden, ob das Meer sich völlig zurückzog, oder ob der heute fehlende Zusammenhang zwischen den *Oberaudorfer*- und den *Häringer* Schichten nur auf einer Lücke in der Überlieferung beruht. Tektonische Bewegungen könnten durch Raumverengung die Spuren eines vom Ablagerungsraum der *Oberaudorfer* Schichten nach S bzw. SW ausgreifenden Meeres verwischt haben.

Das Meer, in dem die heute anstehenden *Häringer Schichten* gebildet wurden, transgredierte von N bzw. NE und man kann damit eine endgültige Verlagerung des Meeres im Reichenhaller Becken nach W verbunden sehen. Die Transgression erfolgte über tief erodiertem, gefalteten Untergrund, der vorwiegend aus Gesteinen der Trias besteht. Während im Norden schon vollmarine Fazies herrschte, äußerte sich die Beckenbildung im S durch die Ablagerung limnofluviatiler Sedimente. In Fortsetzung der Bewegung, die die oligozäne Transgression südlichere Bereiche erfassen ließ als die eozäne, wanderte die Trogachse des Ablagerungsraumes langsam nach S. Dabei wurde gleichzeitig das Gebiet im E gehoben und im W stetig abgesenkt. Das Meer griff in SW-Richtung immer weiter aus und erreichte schließlich auch die Gebiete mit limnofluviatiler Sedimentation. Südlich von Kössen sind hangend zu den

Süßwasserablagerungen noch marine, klastische Transgressionsbildungen nachzuweisen. Bei Häring äußerte sich das Eindringen des Meeres in eine Seen- und Moorlandschaft durch anfängliche Verbrackung und allmählichen Übergang der Bitumenmergel in die marinen, litoralen « Unteren Zementmergel ».

Ein tektonisches Ereignis, das vermutlich mit einer frühen Phase bei der Bildung des Kaisergebirges in Zusammenhang zu bringen ist, führte zu einer kurzen, vorübergehenden Hebung des Gebietes, die keine Trockenlegung des Ablagerungsraumes zur Folge hatte. Diese Hebung war Anlaß zur Bildung grobklastischer Sedimente in allen Beckenteilen (Nr. 8 der Profilbeschreibungen sowie der Häringer « Lithothamnienkalk »). Die weitere Sedimentation in diesem Gebiet verlief bei der folgenden Absenkung nicht mehr so gleichförmig wie vorher, was durch häufige Sandsteinlagen gekennzeichnet ist.

Für eine Zeit, in der bei Häring das Meer erst seine größte Tiefe erlangte, muß für das Gebiet von Reit im Winkl schon Füllung des Beckens mit Sedimenten und Verflachung angenommen werden, was aus der Fauna und der Sedimentausbildung hervorgeht (*Fazieswanderung von NE nach SW*). Die völlige Aussüßung des Meeres erfolgte langsam und möglicherweise nicht in allen Beckenteilen gleichzeitig. Noch in marines Milieu wurden im W (Angerberg) schon grobklastische Sedimente geschüttet (Kövecs, 1964, Ms., S. 34). Im E bildeten sich auch Brackwasser-Schichten mit *Polymesoda* sp., die einen Übergangsbereich der marinen Häringer- in die limnofluviatilen Angerberg-Schichten charakterisieren.

Tektonische Einengungsbewegungen führten zur Hebung der Beckenränder und dort auch zu starker Erosion der tertiären Sedimente (Umlagerungen). Im Beckeninneren folgen die limnofluviatilen Angerberg-Schichten konkordant auf die marinen Häringer Schichten. An den Beckenrändern kann die Auflagerung auch diskordant sein.

Die Schüttung der klastischen Sedimente der Angerberg-Schichten erfolgte m.E. vor allem von NE. In den Alttertiär-Geröllen

der Angerberg-Schichten sind die Zeugen eines Meeres zu sehen, das während der geschilderten Trogwanderung von NE nach SW (Reichenhaller Becken — Unterinntaler Bereich) auch Gebiete bedeckt haben muß, von denen heute keine Tertiärsedimente bekannt sind. Die schwarzen Dolomite und metamorphen Komponenten unter den Geröllen der Konglomerate der Angerberg-Schichten (die sie mit den Konglomeraten der Molasse gemeinsam haben) würden danach von einem Schwellenbereich stammen, der — selber Abtragungsgebiet — den Sedimentationsraum der Molasse und den des inneralpinen Tertiärs im Oligozän trennte.

Eine Trogwanderung nach N bei gleichzeitiger Absenkung nach NW kann Hagn (1960, S. 158f) für die Zonen des Helvetikums und der Molasse des östlichen Oberbayern nachweisen. Die Verlagerung der Trogachse nach S im inneralpinen Bereich machte schon v. Hillebrandt (1962 (a), S. 353) für das Reichenhaller Becken wahrscheinlich. Für den Bereich des Unterinntales kann sie hier gezeigt werden. Die tertiäre Absenkung im inneralpinen Bereich des Unterinntales hängt nach E. Kraus (1951, S. 34, 42) mit der Unterschiebung der tief- und hochbajuvarischen Einheiten — unter Ausbildung einer Vortiefe — unter die Tirolische Einheit zusammen.

Die angenommene Schwelle ist vermutlich aus dem « Rumunischen Rücken » (Kockel, 1923, S. 154) und anderen Schwellenzonen, wie sie z.T. schon seit der Kreide existent gewesen sein müssen, hervorgegangen. (Vgl. E. Kraus, 1951, S. 35; Hagn & Zeil, 1954, S. 573; Zeil, 1956; Hagn, 1960, S. 158 f; Pflaumann, 1964, S. 165). Sie bildete die Mittellinie spiegelbildlicher Bewegungsabläufe in ihrer nördlichen (Molasse) und ihrer südlichen Vortiefe (Unterinntaler Tertiär).

Zusammenfassung der Ergebnisse des geologischen Teils

Die genaue Aufnahme der anstehenden Schichtfolge zeigte, daß im Unterinntaler

Bereich zwei tertiäre Sedimentationsgebiete klar zu unterscheiden sind:

- 1) Ein Ablagerungsraum nördlich der tektonischen Grenze der « Tirolischen Einheit » mit obereozänen Sedimenten (*Oberaudorfer Schichten*).
- 2) Ein Ablagerungsraum, der südlich der tektonischen Nordgrenze der « Tirolischen Einheit » liegt und dessen tertiäre Sedimente oligozänes Alter haben (*Häring- und Angerberg-Schichten*).

Dieser Sedimentationsraum läßt sich in einen *Nord-* und einen *Südflügel* mit jeweils unterschiedlicher Sediment- und Faunenausbildung gliedern.

Die Korrelation der einzelnen Teilbereiche erfolgte nach neuen Grundlagen: eine Brekzienlage, die in allen Profilen anzutreffen ist, ist auf *ein* tektonisches Ereignis zurückzuführen und im ganzen Ablagerungsraum gleichzeitig gebildet worden. Von diesem Bezugshorizont ausgehend, konnte gezeigt werden, daß die limnofluviatilen und brackischen Schichten des Südflügels (Basisserie und Bitumenmergel) marine Äquivalente am Nordflügel haben, ihnen also auch altersmäßig entsprechen.

Für die *Nomenklatur* der Schichten dieses Raumes wird folgende Regelung vorgeschlagen:

Im Bereich des Unterinntales sollten nur folgende drei Schichtbezeichnungen auf tertiäre Sedimente angewendet werden:

- 1) *Oberaudorfer Schichten* (Obereozän, nördlich der « Tirolischen Einheit », marin und limnofluviatil).
- 2) *Häring- und Angerberg-Schichten* (Unter- und Mitteloligozän, südlich der tektonischen Nordgrenze der « Tirolischen Einheit »; im N des Ablagerungsraumes marin, im S erst limnofluviatil (bis brackisch), dann ebenfalls marin).
- 3) *Angerberg-Schichten* (Oberoligozän, gleicher Ablagerungsraum wie die Häring-Schichten; limnofluviatile Sedimente).

Das *oligozäne Alter* der *Häring-Schichten* konnte mit Hilfe der Mikrofauna be-

stätigt werden. Die Fauna läßt sich in 5 Faunentypen gliedern, die sich jeweils ökologisch verschiedenen Lebensbereichen zuordnen lassen. Die Faunengemeinschaften der tieferen Lagen des Nordflügels (vor allem *Ft b*) können in das *Unteroligozän* eingestuft werden, mit dem Vorbehalt, der durch die unsichere Fassung dieser Stufe gegeben ist. *Ft e* und *e'*, *d''* und *e''* gehören mit großer Wahrscheinlichkeit in das *Mitteloligozän*. Eine Grenzziehung zwischen beiden Stufen ist vorerst nicht möglich. Die Grenze verläuft vermutlich innerhalb der « Fischschiefer » des Nordflügels bzw. des östlichen Teils des Südflügels und innerhalb der « oberen Zementmergel » von Häring.

Die *Paläogeographie* des inneralpinen Tertiärgebietes wird nach neuen Gesichtspunkten diskutiert. Es wird eine Sedimentationszone mit E-W- bzw. NE-SW-Erstreckung angenommen, deren Trogachse sich von N nach S bewegte und gleichzeitig von E nach W gekippt wurde.

Während der endgültigen Verlagerung des Reichenhaller Beckens nach W bzw. SW kam es zur Bildung des Ablagerungsraumes der Häring-Schichten. Die Transgression erfolgte in diesem Gebiet von N bzw. NE. Eine Regression des Meeres nach W bzw. SW wird vermutet.

Für die Angerberg-Schichten wird eine Schüttung vorwiegend aus N bzw. NE angenommen; in den Alttertiärgeröllen der Konglomerate der Angerberg-Schichten werden z.T. Zeugen eines die Ablagerungsräume von Häring — Reit im Winkl und Reichenhall verbindenden Meeres gesehen.

C. PALÄONTOLOGISCHER TEIL

Die Faunentypen

Die Mikrofaunen des inneralpinen Tertiärvorkommens des Unterinntales lassen sich nach ihrer Zusammensetzung unterteilen und werden zur besseren Übersicht in 5 Faunentypen gegliedert. Diese Faunentypen entsprechen im wesentlichen einer bathymetrischen

bzw. temperaturbedingten Abfolge (vgl. Kapitel «Ökologie», S. 144) und haben keine direkte stratigraphische Bedeutung. Im folgenden sei das Wort *Faunentyp* abgekürzt *Ft* geschrieben.

Ft a - c kennzeichnen die Faunenabfolge des Nordflügels der « Mulde » der Häringer Schichten und beziehen sich auf die Profile von Reit im Winkl und vom Kaiserwald (Anlage 1).

Ft a' - e' sind die davon z.T. unterscheidbaren Analoga der Abfolge im Südflügel und hier besonders in den Profilen im Kössener Gebiet (Anlage 2).

Ft a'' - e'' bringen die Faunenänderung der Häringer Vorkommen in ein vergleichbares Schema (Anlage 2).

Nordflügel, *Ft a - c*.

Ft a: Es handelt sich hierbei um eine litorale bis sublitorale Faungemeinschaft. Es sind in diesem Faunentyp alle Gemeinschaften des Litoralbereiches zusammengefaßt, die sich zwar untereinander durch verschiedene, ökologisch bedingte Merkmale unterscheiden, aber alle gegenüber den Faunen tieferer Bereiche gut abzugrenzen sind.

Faunenbildbeherrschend und großwüchsig sind:

Nummulites div. sp.
Schlosseria asterites (Gümbel)
Pararotalia lithothamnica (Uhlig)
Discorbis rotata (Terquem)
Rosalina obtusa D'Orbigny
Asterigerina rotula (Kaufmann)
Cibicides lobatulus (Walker & Jac.)
Queraltina epistominoides Marie
Globulina gibba D'Orbigny
Milioliden
skulptierte Ostracoden

Sandschaler treten anfangs ganz zurück oder sind nur durch wenige Gattungen (z.B. *Gaudryina*) vertreten; in höheren Lagen nehmen sie an Häufigkeit zu.

Typisch für diesen Bereich, wenn auch selten, sind die kleinwüchsigen Elphidien, Buliminellen, dazu *Nonionella* und großwüchsige Globobuliminellen.

Die *Bolivina vaceki*-Gruppe ist durch *B. koessenensis* und *B. alpina* vertreten. *B. vaceki bavarica* tritt fast nicht auf.

Ft b ist durch individuen- und artenreiche Faunen charakterisiert. Als Hauptlebensraum kommt der äußere litorale und obere bathyale Bereich in Frage.

Mit Ausnahme einiger rein litoraler Arten kommen in diesem Faunentyp die Formen aller anderen Faunentypen ebenfalls vor. Globigerinen, z.T. sehr großwüchsig, die in *Ft a* nur ganz untergeordnet vorkommen, setzen hier bis zu 50% der Fauna zusammen. Sehr häufig sind Uvigerinen, Buliminellen, Bolivinen, doch sind auch Nodosariidae und rotaliide Formen reichlich vertreten. Höhere Sandschaler, sind ebenfalls faunenbildbeherrschend. *Clavulinoides szabo* kommt fast nur in diesem Faunentyp vor. Hier haben auch die aragonitschaligen Foraminiferen *Hoeglundina* und *Ceratobulimina* ihre größte Häufigkeit. *Bolivina vaceki bavarica* ist häufig und großwüchsig.

Ft c: Dieser Faunentyp unterscheidet sich von *Ft b* vor allem durch den geringeren Anteil an benthonischen Arten.

Faunenbildbeherrschend sind vor allem großwüchsige Globigerinen, dann

Bulimina sculptilis Cushman
Bulimina alazanensis Cushman
Angulogerina div. sp.
Bolivina vaceki bavarica Lühr
Bolivina beyrichi carinata Hantken
Chilostomella div. sp.
Allomorphina macrostoma Karrer
Valvulineria palmarealis (Nuttall)
Gyroidinoides girardanus (Reuss)
Globorotalia (Turborotalia) postcretacea (Mjatluk)
Chiloguembelina gracillima (Andreae)

Andere benthonische Arten treten stark in den Hintergrund. Auch Sandschaler sind nicht mehr häufig.

Diese Faunen sind fast immer pyritisiert erhalten.

Ft d: Dies ist die eigentliche «Fischschiefer»-Faungemeinschaft. Die meist sehr schlecht erhaltenen Faunen bestehen vor-

wiegend aus Globigerinen, die aber nicht mehr so großwüchsig sind wie in Ft b und c.

Untergeordnet treten kleine Bolivinen und Plectofrondicularien auf. Ziemlich häufig sind kleine Cibiciden und plankonvexe Asterigerinen aus der Gruppe um *A. praeplanorbis* Hagn.

Einzelne Lagen können reicheres Benthos enthalten, dessen Autochthonie aber nicht gesichert ist.

Ft e: In diesem Faunentyp sind die kleinwüchsigen Globigerinen immer noch faunenbeherrschend, doch tritt die benthonische Komponente im Gegensatz zu Ft d stärker in den Vordergrund. Einzelne Lagen können recht reiches, nicht sehr großwüchsiges Benthos enthalten (z.B. Pr. R 18). In den meisten Proben ist das Benthos aber klein, z.T. zwergwüchsig und verhältnismäßig artenarm. Die Individuenzahl kann dagegen oft recht hoch sein. Vorherrschend sind folgende Arten:

- + kleine Globigerinen
Nonion affine (Reuss)
- + *Angulogerina* div. sp.
- + *Bolivina koessenensis* n. sp.
Bolivina rhomboidalis (Millelt)
- + *Bolivina* cf. *beyrichi bituminosa* (Spandel)
Bolivina elongata Hantken
Cassidulina globosa Hantken
Gyroidinoides girardanus (Reuss)
Planulina cf. *venezuelana* Nuttall
Conorbina formosa (Reuss)
- + *Asterigerina praeplanorbis* Hagn
Spiroloculina canaliculata D'Orbigny
Nodosaria badenensis D'Orbigny
- + kleine Cibicididae indet.
kleine Elphidiidae indet.

Die mit + versehenen Arten sind besonders häufig.

Diese Fauna verarmt nach oben immer mehr und wird noch kleinwüchsiger. Da sich aber die Zusammensetzung nicht mehr ändert, wird kein weiterer Faunentyp ausgetrennt.

Gebiet von Kössen, Ft a' - e'.

Hier lassen sich die drei unteren Faunentypen (a' - c') nicht so klar trennen und sind

auf ein sehr geringmächtiges Sedimentpaket konzentriert. Ft d' und e' lassen sich im wesentlichen mit den entsprechenden Vergesellschaftungen des Nordflügels vergleichen.

Ft a' enthält bereits reiche benthonische Foraminiferen-Faunen mit ziemlich hohem Sandschaler-Anteil. Das reichliche Vorkommen von Nummuliten, großwüchsigen, dickschaligen Discorbidien sowie einer reichen Flachwasser-Molluskenfauna kennzeichnen diesen Faunentyp als in litoralem Milieu entstanden.

Die großwüchsigen, offenbar wärmeliebenden Litoralf Formen des Ft a fehlen fast ganz (*Schlosserina*, *Asterigerina rotula* u.a.). *Bolivina vaceki bavarica* kommt nicht vor und ist durch *B. koessenensis* vertreten, die hier eine offenbar dem Milieu angepaßte, breitere und stärker gekielte Form hat.

Ft b' unterscheidet sich von Ft a' durch das Fehlen von Großforaminiferen und durch das häufige Auftreten von Lageniden und Sandschalern.

Dazu kommen Ceratobuliminien, Epi-stominen, Bolivinen (kleinwüchsig), Cassidulinen und großwüchsige Rotaliidae (*Cibicides*, *Planulina*, *Anomalinoidea*) besonders häufig vor. Grob skulptierte Formen, in Ft b sehr häufig, fehlen in Ft b' fast ganz, es herrschen glatte oder schwach gerippte Formen vor. *Uvigerina jacksonensis* erreicht zwar große Häufigkeit, doch sind die stark skulptierten Extremformen (*Uvigerina galloyi* auct.) nicht ausgebildet. *Bulimina sculptilis* ist sehr selten, *Bolivina vaceki bavarica* kommt nicht vor, dagegen ist *B. koessenensis* recht häufig.

Ft c' ist etwas artenärmer, die Foraminiferen sind meist pyritisiert erhalten; Globigerinen sind schon recht häufig, ebenso erreichen Bolivinen hier ihre größte Häufigkeit. Das Vorkommen von *B. beyrichi carinata* macht ihn Ft c vergleichbar.

Dieser Typ ist nicht sehr deutlich ausgebildet und steht vermittelnd zwischen Ft b' und Ft d'.

Ft d', der in allen Profilen dieses Gebiets schon nach geringer Mächtigkeit einsetzt, entspricht dem «Fischschiefer»-Typ (*Ft d*) des Nordflügels, doch ist die benthonische Komponente meist etwas größer. Neben meist verdrückten Globigerinen kommen kleine Cibiciden, Asterigerinen, Angulogerinen, Bolivinen und Cassidulinen häufiger vor. Kleine Elphidien treten untergeordnet auf.

Ft e' geht zwar ohne scharfe Grenze aus *Ft d'* hervor, doch ist er im wesentlichen durch einen höheren Prozentsatz an benthonischen Foraminiferen und meist sehr viel ärmere Faunen, die fast ausschließlich Zwergwuchs zeigen, unterscheidbar. Hierher gehören die Faunen der «Knollenmergel» (Lindenberg, 1962, Ms., S. 57) des Kössener Bereichs.

Als Indexfossil für diesen Faumentyp kann eine sehr auffallende Ostracode (*Loxococoncha* sp.) gelten, die z.T. sehr häufig ist (=Ostracode G 1, Hagn, 1953, S. 337).

Häringer Abfolge, Ft a'' - e''.

Die *Häringer Abfolge*, in Anlage 2 mit *Ft a'' - e''* dargestellt, ist bei Lühr (1962, S. 37) eingehend beschrieben worden. Lühr unterscheidet 4 Faunenzonen A - D, die sich im wesentlichen mit den von mir ausgeschiedenen Faumentypen decken, wobei *Ft c''* und *d''* sich zur Faunenzone C (Lühr, 1962, S. 41) zusammenfassen lassen.

Die *Häringer Faumentypen* folgen zwar in mit den östlichen Vorkommen vergleichbarer Anordnung aufeinander, doch sind sie in Zusammensetzung und zeitlicher Dauer verschieden.

Ft a'' dominiert in den unteren Zementmergeln und ist durch stark litorale Züge ausgezeichnet.

Ft b'' ist z.T. auch noch litoral (Lithothamnienkalk), doch erstreckt er sich auch auf sublitorale und hochbathyale Bereiche.

Ft c'' ist nicht klar abtrennbar (anhand des mir vorliegenden Materials) und vermischt zwischen *Ft b''* und *d''*.

Besonders häufig sind in diesem Typ wieder *Chiloguembelina gracillima*, *Bulimina sculptilis*, *Bolivina vaceki bavarica*, *Valvulineria palmarealensis* neben großen Globigerinen.

Ft d'' ist im Gegensatz zu den östlichen Vorkommen durch großwüchsigeren Globigerinen, *Bulimina sculptilis* und das Vorkommen von *Bolivina vaceki bavarica* ausgezeichnet und geht durch Zunahme der pelagischen Komponente aus *Ft b''* hervor. Der eigentliche «Fischschiefer»-Typ ist in Häring nicht ausgebildet.

Ft e'' ist wieder gut mit *Ft e* zu vergleichen.

Die einzelnen Faunenelemente werden in ihre ökologische Bedeutung in Kapitel Ökologie (S. 148) behandelt, weshalb hier ein weiteres Eingehen auf die Fauna unterbleiben kann. Zur Alterseinstufung vgl. S. 79.

BESCHREIBUNG DER ARTEN

Vorbemerkungen

Aus den individuen- und artenreichen Foraminiferen-Faunen des inneralpinen Tertiärs (*Häringer Schichten*) zwischen Inn und Reit im Winkl soll hier auf die Gattung *Bolivina* d'Orbigny näher eingegangen werden.

Für die folgenden Artbeschreibungen seien einige Bemerkungen zur Fassung dieser Gruppe vorausgeschickt.

1. Taxionomie

Überfamilie: Buliminacea Jones, 1875

Familie: Bolivinitidae Cushman, 1927

Gattung: *Bolivina* d'Orbigny, 1839

Typusart: *Bolivina plicata* d'Orbigny, 1839

Diagnose: «Kammern biserial angeordnet, Gehäuse manchmal um die Längsachse verdreht. Mündung virgulin, oft mit Zahn, welcher mit der Zahnplatte in Verbindung steht» (Pokorny, 1958, S. 302). Die Gehäusewand ist kalkig, perforiert - radial.

Der Gattungsname *Loxostomum* auct. wird hier vermieden, da seine Fassung umstritten ist. Es ist Pokorny (1958, S. 302) zuzustimmen, wenn er annimmt, daß unter diesem Begriff die Endformen mehrerer « *Bolivina* - Linien » zusammengefaßt sind. Nach Loeblich & Tappan (1964, S. 736) ist der Name *Loxostomum* Ehrenberg Formen vorbehalten, die eine kalkige, perforiert-granulare Gehäusewand, keine Zahnplatten und keinen inneren Siphon besitzen. Nach äußeren morphologischen Merkmalen läßt sich *Loxostomum* (nach Loeblich & Tappan, l.c.) durch die meist abgestutzt kantige Peripherie (z.B. *L. eleyi* = *Bolivinita eleyi* Cushman) von *Bolivina* unterscheiden.

Smith (1963, S. 23) faßt *Loxostomum* als Untergattung von *Bolivina* auf, doch läßt sich auch dieser *Loxostomum*-Begriff nicht mit der Definition nach Loeblich & Tappan in Einklang bringen.

Loeblich & Tappan (1964, S. 552) emendieren die Gattung *Brizalina* Costa, 1856, mit der Typusart *B. aenariensis* Costa, die sich von *Bolivina* durch das Fehlen basaler Kammerloben, Crenulationen oder retraler Kammerfortsätze unterscheiden soll. Nach meinen Feststellungen gibt es innerhalb der Bolivinen alle Extreme basaler Kammercrenulationen (z.B. *Bolivina crenulata* Cushman - *B. prion* n. sp.), zwischen denen nirgends eine scharfe Grenze zu ziehen ist. Selbst Gehäuse mit fast gerader Basis und kaum überlappenden Kammern, wie *B. kodymi* Cicha & Zapletalova bzw. *B. prion*, die nach der Definition von Loeblich & Tappan beide zu *Brizalina* zu stellen wären, haben kleine basale Kammerloben, wie im Durchlicht deutlich erkennbar ist (Abb. 8, 3 b, S. 103).

Außerdem dürfte *Brizalina aenariensis* Costa nach Angaben von Lutze (1964, S. 114) weitgehend *B. argentea* Cushman entsprechen, deren basale Kammerloben zwar klein, aber deutlich sind. In meinem Material zählt auch die *B. vaceki*-Gruppe zu diesem Formenkreis, deren charakteristischer Kammerbau ein gutes Gruppenmerkmal bildet (siehe Abb. 14), keinesfalls aber

eine generische Abtrennung von *Bolivina* rechtfertigen würde (*B. aenariensis* wurde besonders in der russischen Literatur wiederholt mit *B. antegressa* Subbotina = *B. vaceki* Schubert verglichen; siehe Subbotina, 1953, S. 226).

Es sei hier auch noch ausgeführt, daß die meisten Bolivinen während der Ontogenie ihre Kammerform ändern, d.h. viele Bolivinen müßten in ontogenetischen Frühstadien zu einer anderen Gattung gestellt werden als die adulten Gehäuse, wollte man die Gattung *Brizalina* neben *Bolivina* bestehen lassen (vgl. S. 107).

2. Morphologie

Verglichen mit den wenigen gattungskennzeichnenden Merkmalen von *Bolivina* ist ihre Formenfülle erstaunlich. Für eines der wichtigsten Artmerkmale halte ich die adulte Kammerform, deren Grundbauplan selbst durch extreme, umweltbedingte oder phylogenetische Veränderungen der Gehäuseform nicht berührt wird. Es können aufgrund der Kammerform mehrere Gruppen von Bolivinen zusammengefaßt werden, die sich über weite zeitliche Erstreckung verfolgen lassen (vgl. auch Cicha & Zapletalova, 1963, S. 117).

Es sei hier jedoch außer bei der näher untersuchten *B. vaceki*-Gruppe von einer nach Gruppen geordneten Beschreibung abgesehen. Neben der stark subjektiven Entscheidung, was die Stellung der häufigen Übergangsformen betrifft, würde es das Auffinden einzelner Arten im Text erschweren. Die Arten, mit Ausnahme der der *B. vaceki*-Gruppe, sind im Text alphabetisch geordnet.

a) Kammerbau

Der Hohlraum (Lumen) der einzelnen Kammer einer *Bolivina* ist am besten vorstellbar, wenn man ihn sich ausgegossen denkt. Man erhält dann längliche Gebilde, die oben ± abgerundet, auf der Unterseite dagegen konkav sind. Der Grad der gegenseitigen Überlappung der einzelnen Kammern bestimmt die Tiefe der basalen Einfur-

chung. Die seitlichen Kanten können mehr oder weniger stark gegliedert sein, einen oder mehrere rundliche oder spitz zulaufende Vorsprünge (= Loben) besitzen, die sich in normalem Kammerverband wie « Klammern » an die untere Kammer anschmiegen (siehe Abb. 14). Je nach Lage dieser seitlichen Ausstülpungen des Kammerhohlraums, kann man mehr oder weniger randständige, innere (= Lobus am inneren Kammerende) bzw. mittelständige (= Lobus zwischen äußerem und innerem Kammerende) Loben unterscheiden. Jede Kammer steht mit der vorhergehenden durch die Mündung in Verbindung. Dieses Foramen ist eine meist breite, flachovale Öffnung, die randlich mit der Zahnplatte verbunden ist (siehe Abb. 21). Sie verbindet die obere « Vorderseite » einer Kammer mit der konkaven « Unterseite » der nächsten. Die Mündung liegt nicht symmetrisch, sondern alterniert, d. h. sie erreicht die nächste Kammer nicht in der Mitte der Unterseite, sondern deutlich nach rechts, bzw. links seitlich verschoben. Dies ist verständlich, wenn man sich das Bolivinen-Gehäuse als Spirale mit 2 Kammern pro Umgang vorstellt. Man könnte nach Lage der Mündung rechts- und linksgewundene Bolivinen unterscheiden.

Aus dem Vorhergehenden wird klar, daß nicht die Suture der Kammer — wie vielfach angegeben —, sondern der Kammerhohlraum verantwortlich für die « Kammerloben » ist. Man kann also auch nicht von « Suture-Loben » sprechen. In den folgenden Beschreibungen sind mit « Loben » Kammerausstülpungen gemeint, die immer in Richtung des Anfangsteils deuten (während in der Literatur beschriebene Suture-Loben meist aufwärts zeigen).

b) Suturen

Die « Suture » bildet sich dadurch, daß jede neue Kammer auf eine schon bestehende gebaut wird. Schon ihrer zweifachen Entstehung (Kammerdach + Kammerbasis) nach, kann sie kein « Eigenleben » führen. Der Ausdruck « *limbat* » wird — vor allem in

der angelsächsischen Literatur — meist morphologisch beschreibend gebraucht. Ich möchte versuchen, hier die genetische Bedeutung einer limbaten Suture zu erklären.

Limbat ist kaum übersetzbar. Es kommt von *limbus* (lat.) = Saum und bezeichnet scharf und deutlich begrenzte, saumartige, ± breite Zonen. Eine limbate Suture ist eine Funktion des Kammerbaus. Sie ist äußerlich klar begrenzt erkennbar, primär weder erhaben noch verdickt.

Überlappen sich Kammern wenig oder fast gar nicht, so trifft die Suture fast senkrecht auf die Gehäusewand, wird also in ihrer vollen Dicke sichtbar und erscheint als meist breites Band. Eine limbate Suture wirkt verfestigend auf das Gehäuse und tritt besonders häufig bei sehr flachen Bolivinen auf. Sind die Kammern etwas eingefallen, so steht die limbate Suture hervor und wirkt erhaben (*B. prion.* Abb. 8, 1-5); bei dicken Kammern wird sie eben mit der Gehäuseoberfläche oder etwas eingesenkt (*B. vaceki bavarica*, Abb. 18).

Nicht limbat: Bei sich stark überlappenden Kammern trifft die Kammerscheidewand fast tangential auf die ältere Gehäusewand und steht zu der neuen Kammer in spitzem Winkel. Sie ist dadurch bei hyalinen Gehäusen nur durch Einsenkung sichtbar (Beispiel: *B. beyrichi*, Abb. 4, 3).

Zusätzliche *hyaline Ausscheidungen*, Verdickungen etc. können in beiden Fällen auftreten.

3. Erläuterungen zur Meßtechnik

Bei den vermessenen Bolivinen wurden vor allem folgende Werte betrachtet:

	abgekürzt
1) Länge	L
2) Breite	B
3) Dicke	D

Zum Bestimmen dieser Maße wurden die Gehäuse auf Wachs befestigt und in zwei Stellungen mit dem Leitz Okular-Mikrometer bei 100-facher Vergrößerung auf 1/2 Teilstrich genau vermessen.

4) Die Länge bis zur größten Breite des Gehäuses (a) wurde so genau wie möglich unter der Mikrometerskala gemessen und als Prozentanteil der Gesamtlänge

$$\frac{a \cdot 100}{L} \% \text{ berechnet.}$$

Zum Messen des (5) Proloculus-Durchmessers, der (6) Kammerzahl und (7) des Kammerwinkels zur Gehäuseachse (siehe Abb. 2) wurden die Gehäuse in Aufhellungsmittel betrachtet (Durchlicht und Auflicht).

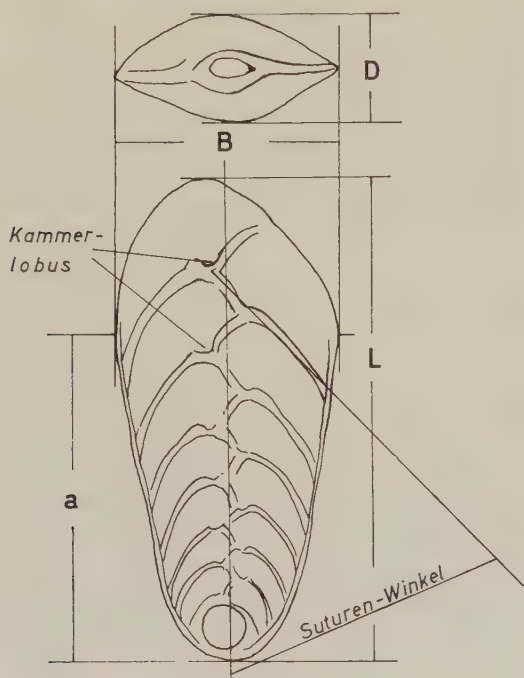


Abb. 2

Erläuterung der gemessenen Merkmale.

Die Proloculus-Durchmesser wurden mit 150-facher Vergrößerung auf 1/2 Teilstrich (= 4 µ) genau gemessen.

Es wird nur die Zahl der Kammerpaare angegeben, die naturgemäß mit dem Fehler

± 1 Kammer behaftet ist. Diese Zahl eignet sich besser zum Vergleich und es wird der Anschein einer Zählgenauigkeit vermieden, die, bei der oft schlechten Erhaltung der Gehäuse, nicht zu erreichen wäre. Der Proloculus ist nicht mitgezählt. Wenn in einer Population besonders häufig adulte Gehäuse mit unpaarer Endkammer auftreten, so wird das extra angegeben (z.B. 8 1/2 Kammerpaare).

Bei der Angabe der Messwerte im Text wird das Dichtemittel kursiv zwischen den beiden Extremwerten geschrieben:

Beispiel: 1 - 2 - 3.

Zur graphischen Darstellungsart der Messwerte im L : (L:B)-Diagramm siehe S. 138.

Aus diesen Diagrammen kann neben der Verteilung der Längen und der L:B-Indizes, die ontogenetische Entwicklung der fossilen Population abgelesen werden.

Soweit notwendig, wurden A- und B-Generation mit verschiedenen Punktstärken angegeben. Mittelwerte beziehen sich immer nur auf die A-Generation, soweit man Generationen unterscheiden kann.

Die Arten der Gattung BOLIVINA d'Orbigny (mit Ausnahme der *Bolivina vaceki*-Gruppe)

BOLIVINA BEYRICHI BEYRICHI Reuss, 1851
(Abb. 4, 3a, b)

* B. [*Bolivina*] *Beyrichi* m. - REUSS, 1851, S. 83, Taf. 6, Fig. 51 (Septarienton, Hermsdorf, Freienwalde).

Bolivina beyrichi RSS.-ANDREAE, 1884, S. 225, Taf. 8, Fig. 4-7 (Rupel, Elsaß);

Bolivina beyrichi REUSS - SPANDEL, 1909, S. 150, (Sonderabdruck) Taf. 1, Fig. 13 (Rupel, Mainzer Becken); CUSHMAN, 1937, S. 74, Taf. 9, Fig. 3-6 (Rupel, Europa); TEN DAM & REINHOLD, 1942,

Abb. 3

Verbreitung der Bolivinen in den Faunentypen der Häninger Schichten (soweit bekannt, ist auch ihr Vorkommen im Obereozän des Beckens von Reichenhall angegeben).

Obereozän Reichenhall	Unter- bis Mitteloligozän					a - e = Nordflügel a' - e' = Gebiet v. Kössen	Faunen- typ
	a a'	b b'	c c'	d d'	e e'	a-e a'-e'	
			---				<i>B. vaceki vaceki</i>
							<i>B. vaceki glabra</i>
							<i>B. vaceki cf. attenuata</i>
		■	■				<i>B. vaceki bavarica</i>
	■	■	■	■	■	■	<i>B. koessenensis</i>
	---	---	---	---	---	---	<i>B. alpina</i>
	■	■					<i>B. striato-carinata</i>
	■	■					<i>B. semistriata</i>
	■	■					<i>B. nobilis</i>
	■				■	■	<i>B. elongata</i>
		■	■	■	■	■	<i>B. oligocaenica</i>
	■	■	■	■	■	■	<i>B. budensis</i>
	■	■	■				<i>B. terquemi terquemi</i>
		■	■				<i>B. terquemi ostiocarinata</i>
		■	■				<i>B. beyrichi beyrichi</i>
	■	■	■				<i>B. beyrichi carinata</i>
			■	■	■	■	<i>B. cf. beyrichi bituminosa</i>
	■	■	■	■	■	■	<i>B. rhomboidalis</i>
	■	■					<i>B. plicatella</i>
	■	■					<i>B. prion</i>
	■	■	■	■			<i>B. kodymi</i>
	■	■					<i>B. globosa</i>

Abb. 3

S. 83, Taf. 5, Fig. 13 (Septarienton, Niederlande); BATJES, 1958, S. 131, Taf. 5, Fig. 11 (Rupel, Holland, Norddeutschland); KIESEL, 1962, S. 60, Taf. 9, Fig. 6 (Rupel, Mecklenburg).

Beschreibung — Die schlanken, zungenförmigen Gehäuse sind seitlich ziemlich stark komprimiert. Meist bilden die äußeren Kammerenden kurze, unregelmäßige Zacken, die besonders im jüngeren Gehäuseteil stärker ausgeprägt sind.

Die Kammerform ist sehr charakteristisch und für die ganze Gruppe typisch. Jede Kammer überlappt die zwei nächst älteren mehr oder weniger stark, wobei auf jeder Seite ein breiter, stumpfwinkliger Lobus herabreicht, der den typischen Knick in der Sutura bildet. In manchen Abbildungen von *B. beyrichi* wird dieser Kammerbau nur sehr undeutlich wiedergegeben (z.B. in der Originalabbildung von Reuss, 1851, oder bei Batjes, 1958), was zu vielen Verwechslungen geführt hat. Die Mündung ist hoch und

schmal, von einem Wulst umgeben, der in den Kiel ausläuft.

Die Perforierung ist ziemlich grob und gleichmäßig verteilt. Ausgeprägte Generationsformen lassen sich in meinem spärlichen Material nicht unterscheiden.

Bemerkungen — Die Nominatunterart ist in meinem Material meist sehr selten und könnte jeweils als Extremform von *B. cf. beyrichi bituminosa* bzw. *B. beyrichi carinata* angesehen werden.

Von *B. cf. beyrichi bituminosa* unterscheidet sich *B. beyrichi beyrichi* durch das schnellere Anwachsen der Kammerhöhe, die glattere Gehäusewand, den Kiel, zumindest über den letzten Kammerpaaren, und die langgestreckte, komprimierte Form.

Die Nominatunterart läßt sich von *B. beyrichi carinata* vor allem durch ihre schmalere Form und die höheren Kammern abtrennen. Topotypmaterial von *B. beyrichi beyrichi* von Hermsdorf zeigt mit den vorliegenden Gehäusen gute Übereinstimmung.

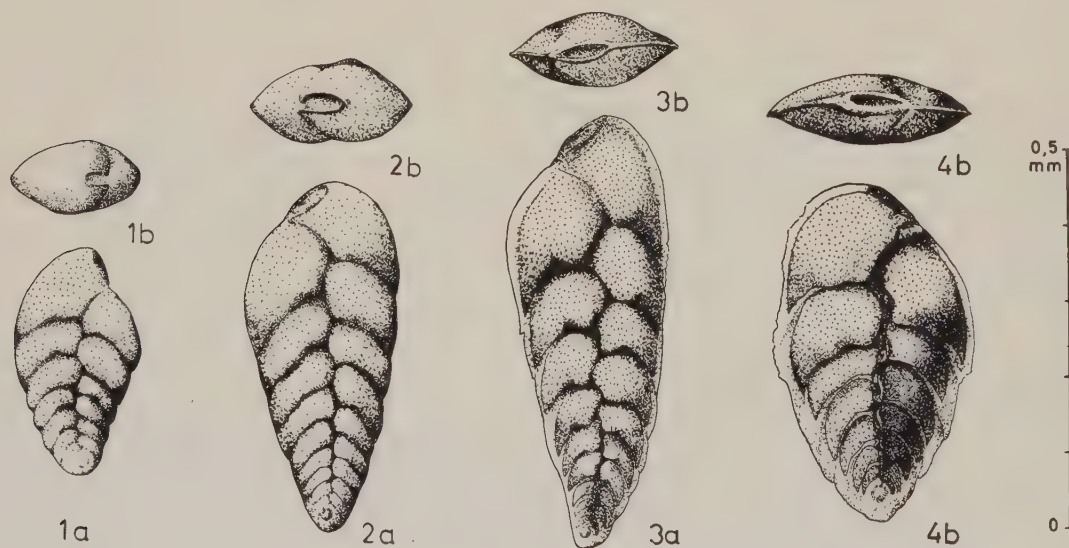


Abb. 4

Bolivina beyrichi-Gruppe.

1a, b: *B. cf. beyrichi bituminosa* Spandel, (Pr. R. 17) Reit im Winkl; Belegstück Prot. 2524 (zu S. 95).

2a, b: *B. cf. beyrichi bituminosa* Spandel, (Pr. R. 21) Reit im Winkl; Belegstück Prot. 2523 (zu S. 95).

3a, b: *B. beyrichi beyrichi* Reuss, (Pr. S 48) Lofer, östl. Kössen; Hypotypoid Prot. 2521 (zu S. 92).

4a, b: *B. beyrichi carinata* Hantken, (Pr. R 9) Reit im Winkl; Hypotypoid Prot. 2522 (zu S. 96).

Aus Proben aus dem Rupel von Dobbertin, Mecklenburg (Kiesel 1962) wurden größere, breitere Formen isoliert, die keinen Kiel mehr haben und verhältnismäßig dick sind. Diese Formen lassen sich am ehesten mit *B. beyrichi* cf. *beyrichi bituminosa* Spandel bei Doebl & Malz in Simon u.a., 1962, S. 389, Taf. 57, Fig. 5, vergleichen.

Im Rahmen seiner Dissertation bearbeitet Dipl.-Geol. Gert Hofmann *B. beyrichi* aus Molasse-Sedimenten genauer, so daß für weitere Einzelheiten auf ihn verwiesen werden kann.

Maße:

Länge: 0,36 - 0,4 - 0,6 - 0,8 mm
 Breite: 0,16 - 0,2 - 0,25 mm
 Dicke: um 0,1 mm
 Proloculus Ø: um 20 µ
 L:B-Index: 2,2 - 2,3 - 3,1
 B:D-Index: 1,65 - ca. 2,0 - 2,15
 Zahl der Kammerpaare: 6 - 8 - 10
 Suturenwinkel: 45° - 50°

Vorkommen — Sehr selten in Ft b' - c' und Ft c - e.

BOLIVINA cf. BEYRICHI BITUMINOSA
 Spandel, 1909
 (Abb. 4, 1a, b; 2a, b)

✓ *Bolivina beyrichi* REUSS *bituminosa* SPANDEL - LÜHR, 1962, S. 131, Taf. 4, Fig. 27, (Mitteloligozän, Häringer, Tirol, FZ. D).

Beschreibung — Gehäuse zungen- bis keilförmig, ziemlich schnell an Breite zunehmend, verhältnismäßig dick. Peripherie gerundet oder bei großen Gehäusen im Bereich der letzten Kammern zugespitzt. Die Kammern sind leicht aufgeblasen und nehmen gleichmäßig und ziemlich langsam an Höhe zu, wobei sie sich schwach überlappen. Die Suturen sind etwas eingesenkt. Der Kammerbau entspricht dem von *B. beyrichi beyrichi*, doch sind die Kammerloben nur schwach entwickelt, der Knick in der Sutura daher nicht so stark.

Die Kammern können seitlich in kurze Spitzen ausgezogen sein, in der Regel ist

aber die Peripherie nur schwach gelappt. Die Mündung ist ein hoher Spalt, von einem Wulst umgeben.

Bemerkungen — Generationsformen sind nicht mit Sicherheit zu unterscheiden. Im Gegensatz zu *B. beyrichi beyrichi* und *B. beyrichi carinata* ist die ebenfalls grob perforierte Gehäusewand nicht glatt, sondern leicht rau. Von *B. beyrichi beyrichi* unterscheidet sich diese Form durch geringere Größe, relativ mehr Kammern pro Längeneinheit, meist gerundete Peripherie, aufgeblasenere, niedrigere Kammern und rauhere Oberfläche. Ebenso deutlich sind die Unterschiede zu *B. beyrichi carinata*.

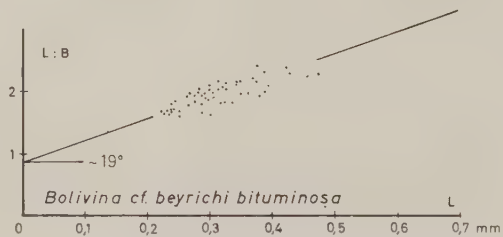
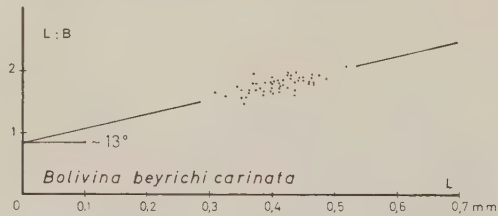
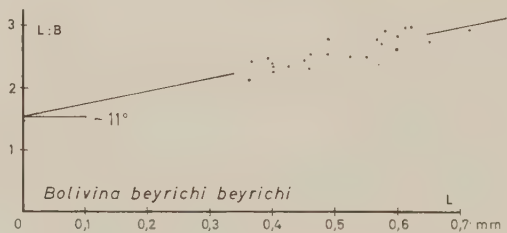


Abb. 5a, b, c

L : (L:B)-Diagramme der *Bolivina beyrichi*-Gruppe.

Im L:(L:B)-Diagramm (Abb. 5c) unterscheidet sich diese Form durch den steileren Winkel (ca. 19°) deutlich von den anderen *B. beyrichi*-Unterarten.

In einigen Proben kommen Übergangsformen zu *B. beyrichi beyrichi* vor. Die

letzten Kammerpaare nehmen dann sehr rasch an Höhe zu und sind schwach gekielt.

Beziehungen — Diese Form entspricht gut der Abbildung und Beschreibung Spandel's (*Bolivina beyrichi* Reuss, var. *bituminosa* nov. v. - Spandel, 1909, S. 151, Taf. 14) aus den Fischechiefern des Mainzer Beckens. Es wurden aber im Mainzer Becken bisher keine entsprechenden Exemplare mehr gefunden, die Originale sind nicht mehr vorhanden.

DoebI & Malz (in Simon, 1962, S. 389, Taf. 57, Fig. 5) bilden als *B. cf. beyrichi bituminosa* Spandel aus dem Mainzer Becken eine Form ab, die sich mit *B. beyrichi* aus dem Rupel von Dobbartin in Mecklenburg (Kiesel, 1962, S. 60, Taf. 9, Fig. 6, Topotypmaterial lag vor) gut vergleichen läßt.

Zur endgültigen Klärung dieser taxonomischen Fragen müßte festgestellt werden, was Spandel unter seiner neuen Varietät verstanden hat. Sowohl die von Spandel beschriebene Form und die aus meinem Material kommen ausschließlich in « Fischechiefer »-Fazies (S. 87) vor. In diesem Milieu scheint sie *B. beyrichi beyrichi* zu vertreten. Lühr (1962, S. 51) versuchte, mit *B. beyrichi bituminosa* mitteloligozänes Alter seiner Faunenzone D der Häringer Schichten zu belegen. Wegen der starken Faziesabhängigkeit und der Unsicherheit ihrer Bestimmung, möchte ich dieser Unterart nur bedingten stratigraphischen Wert beimessen. Es müßte gezeigt werden, daß *B. cf. beyrichi bituminosa* in sicher älteren oder jüngeren « Fischechiefer » - Sedimenten des europäischen Raumes entweder nicht vorkommt oder morphologisch von der vorliegenden Form unterscheidbar ist. Bis dahin ist in ihr vor allem ein sehr guter *Faziesanzeiger* zu sehen. Ihr häufiges Vorkommen kann allenfalls als Hinweis auf das aus anderen Gründen abgeleitete mitteloligozäne Alter der jüngsten Faumentypen der Häringer Schichten gedeutet werden.

Maße:

Länge: 0,225 - 0,3 - 0,475 mm

Breite: 0,13 - 0,21 mm

Dicke: 0,63 - 0,11 mm

Proloculus Ø: 20 - 25 - 33 µ

L:B-Index: 1,6 - 1,9 - 2,4

B:D-Index: 1,5 - 1,75 - 2,1

Anzahl der Kammerpaare: 5 - 7 - 8 1/2

Suturenwinkel: um 55°

Vorkommen — Ft d, e, d', e' alle Profile, z.T. sehr häufig. Häring: Faunenzone D (Lühr 1962).

BOLIVINA BEYRICHI CARINATA

Hantken, 1875

(Abb. 4, 4a, b)

* *Bolivina beyrichi* REUSS var. *carinata* - HANTKEN, 1875, (S. 64), Taf. 7, Fig. 12 (Kleinzeller Tegel, Ungarn, Mitteloligozän).

Bolivina beyrichi REUSS var. *carinata* HANTKEN - CUSHMAN, 1937, S. 52, Taf. 7, Fig. 6 (nach HANTKEN).

Beschreibung — Die Unterart, die von Hantken 1875 als Extremform der normalen *B. beyrichi* aufgefaßt wurde, ist in meinem Material häufig und typisch vorhanden.

Von *B. beyrichi beyrichi* unterscheidet sie sich durch das breite, flache Gehäuse, den oft breiten Kiel, weniger Kammern und einen größeren Suturenwinkel.

Die Kammerform entspricht genau der von *B. beyrichi beyrichi*, doch sind die Kammern durch die breitere Gehäuseform etwas länger. Ausserdem können die Kammern sich noch stärker überlappen.

Die Suturen sind ganz schwach eingesenkt, die grobperforierte Gehäusewand erscheint glatt.

Die Mündung entspricht der von *B. beyrichi beyrichi*.

Bemerkungen — Auffallend ist, daß *B. beyrichi carinata* fast ausschließlich in pyritisierter Erhaltung vorliegt (in Gegensatz zu *B. beyrichi beyrichi* und *B. cf. beyrichi bituminosa*), was auf eine starke ökologische Abhängigkeit dieser Form schließen läßt. Übergangsformen zu *B. beyrichi beyrichi* sind bei dieser Unterart nicht so häufig wie bei *B. cf. beyrichi bituminosa*.

B-Generationsformen kommen selten vor und unterscheiden sich durch mehr Kam-

mern (ca. 9 Kammerpaare) kleineren Proloculus (um 16 μ), schlankere Form und durch einen verschmälerten Anfangsteil mit nach innen geschwungener Peripherie.

Vergleichsmaterial aus den Kleinzeller Tegeln zeigte recht gute Übereinstimmung, wenn auch die gedrungeenen Formen, wie sie bei mir häufig sind, dort nur selten vorkommen.

Maße:

Länge: 0,3 - 0,43 - 0,5 mm

Breite: 0,19 - 0,24 - 0,275 mm

Dicke: um 0,1 (0,9 - 0,95 - 0,1)

L:B-Index: 1,4 - 1,75 - 2,05

B:D-Index: 2,35 - 2,85

Proloculus $\varnothing$: 16 - 20 μ (B-Gen.).

20-30-40 μ (A-Gen.)

Zahl der Kammerpaare: 5 1/2 - 6 - 7 - 9

Suturenwinkel: 60 - 70°

Der Winkel des L : (L:B) - Diagrammes ist mit 13° nur schlecht von dem von *B. beyrichi* - mit 11° - zu unterscheiden, doch liegen beide Felder deutlich getrennt (siehe Abb. 5b).

Vorkommen — Ft a, b selten, b' selten, c' häufig, c sehr häufig, Pötschbichlgraben, Kohlenbach und Kaiserwald.

BOLIVINA BUDENSIS (Hantken, 1875)

(Abb. 6, 8a, b)

* *Text.* [*Textilaria*] *budensis* HANTK. n. sp. - HANTKEN, 1875, S. 67, Taf. 15, Fig. 1 (Kleinzeller Tegel, Ungarn).

?*B.* [*Bolivina*] *lata* - LIEBUS, 1906, S. 375, Abb. 3, (Obereozän, Biarritz);

Bolivina intermedia, sp. nov. - HALKYARD, 1919, S. 52, Taf. 3, Fig. 10 (Obereozän, Biarritz, Südwestfrankreich).

Bolivina budensis (HANTKEN) - CUSHMAN, 1937, S. 47, Taf. 6, Fig. 21 - 23 (Obereozän, Ungarn, Südwestfrankreich); LE CALVEZ, 1950, Part. III, S. 41 Eozän, Pariser Becken); SUBBOTINA, 1953, S. 223, Taf. 10, Fig. 8a, b, 9a, b (Obereozän, Krim); HAGN, 1956, S. 147 (Obereozän, Varignano, Oberitalien).

Diese weitverbreitete Form kommt in meinem Material recht häufig vor. Trotz

ihrer großen Variationsbreite ist sie leicht zu erkennen. Breitere und schmalere Formen kommen mit allen Übergängen zusammen vor. Beziehungen hat diese Art auf der einen Seite zu *B. beyrichi* Reuss, von der sie sich durch die gedrungene, gerundete Form und die kiellosten, dicken Kammern unterscheidet, auch die Perforierung ist viel feiner. Auf der anderen Seite steht sie *B. elongata* Hantken nahe, die schlanker, länger und meist sehr fein gestreift ist. Von der Kammerform her ist sie auch mit *B. terquemi* nom. nov. verwandt. Extremformen beider Arten können sehr ähnlich werden. Diese Art ist besonders häufig pyritisiert erhalten.

Maße:

Länge: 0,3 - 0,5 mm

Breite: um 0,2 mm

Dicke: um 0,13 mm

Vorkommen — Alle Faunentypen; besonders häufig in Ft b und e.

BOLIVINA ELONGATA Hantken, 1875

(Abb. 6, 3a, b; 4a, b)

* *Bol.* [*Bolivina*] *elongata* HANTK. n. sp. - HANTKEN, 1875, S. 65, Taf. 7, Fig. 14 (Kleinzeller Tegel, Ungarn).

Bolivina elongata HANTKEN - CUSHMAN, 1937, S. 51, Taf. 6, Fig. 31, 32, (Kleinzeller Tegel, Ungarn); v LÜHR, S. 131, Taf. 4, Fig. 29 (Unteroligozän, Häring, Tirol).

Beschreibung — Gehäuse länglich, schmal, etwas zusammengedrückt, im Querschnitt oval, mit gleichmäßig gerundeter Peripherie. Die Kammern nehmen gleichmäßig an Höhe zu und werden durch nur selten etwas eingesenkte Suturen getrennt.

Die Kammerform ist einfach, Seitenloben sind nur andeutungsweise entwickelt. Die Kammern überlappen sich ziemlich stark. Die Gehäusewand ist fein perforiert und oft zart gestreift. Die Streifen sind nur mit besonderen Beleuchtungseffekten erkennbar. Die Mündung ist groß, von einem dünnen Wulst eingefasst. Generationsformen konnten

nicht unterschieden werden. Je nach Fazies kann diese häufige Art etwas abändern. In Ft a - c ist sie meist recht klein, ziemlich flach, mit ungelappten, annähernd parallel verlaufenden Rändern, niedrigen Kammern (Abb. 6, 4); in Ft d-e («Fischschiefer») nimmt die Kammerhöhe rascher zu, die Kammern sind etwas aufgeblasen, die Form erscheint breiter und dicker, die Peripherie ist schwach gelappt (Abb. 6, 3).

Nahe *Beziehungen* hat diese Form zu den jüngeren Arten *B. arta* Macfadyen (siehe Cushman, 1937, S. 79, Taf. 9, Fig. 23-26) aus dem Miozän Ägyptens und *B. antiqua* d'Orbigny (siehe Cushman, 1937, S. 72, Taf. 9, Fig. 15-16) aus dem Miozän des Wiener Beckens. Vergleichsmaterial von *B. elongata* aus dem Kleinzeller Tegel Ungarns zeigte mit meinen Exemplaren gute Übereinstimmung.

Maße:

Länge: 0,3 - 0,4 - 0,55 - 0,63 mm
 Breite: 0,12 - 0,15 - 0,2 mm
 Dicke: um 0,1 mm
 L:B-Index 2,2 - 3,6
 B:D-Index um 1,6
 7 - 10 Kammerpaare

Vorkommen — Nicht selten bis häufig in allen Faunentypen.

BOLIVINA GLOBOSA (Hantken, 1875) (Abb. 6, 13a, b, 14)

* *Text. [Textilaria] globosa* HANTK. n. sp. - HANTKEN, 1875, S. 67, Taf. 15, Fig. 5a, b (Ofener Mergel, Obereozän, Ungarn) (in der Tafelerklärungs als *Textilaria globulosa*).

Sehr selten kommen in meinem Material Formen vor, die sich mit dieser in der Sekundärliteratur unbekannten Art gut vergleichen lassen.

Beschreibung — Das dicke Gehäuse wird aus nur wenig (5-6) Kammerpaaren aufgebaut. Die aufgeblasenen Kammern nehmen sehr stark an Größe zu und zeigen eine große Tendenz zu einzeliger Anordnung. Die große Mündung ist, je nach Grad der erreichten Einzeligkeit, mehr oder weniger endständig, fast kreisrund. Hantken zeichnete eine große Mündung, die von der Basis der letzten Kammer ausgeht; es könnte sich hier um einen Beobachtungs- bzw. Zeichenfehler handeln oder beim Holotyp dieser Art ist das «*Loxostomum*»-Stadium noch nicht erreicht.

Maße der abgebildeten Exemplare:

Abb. 6, 13 - Abb. 6, 14

Länge: 0,55 und 0,795 mm
 Breite: 0,30 » 0,25 mm
 Dicke: 0,25 » 0,28 mm

Abb. 6

- 1a, b: *Bolivina striatocarinata* Cushman, (Pr. R 25). Reit im Winkl; Hypotypoid Prot. 2531 (zu S. 107).
 2a, b: *B. oligocaenica* Spandel, (Pr. R 17) Reit im Winkl; Hypotypoid Prot. 2532 (zu S. 101).
 3a, b: *B. elongata* Hantken, (Pr. R 18) Reit im Winkl; Hypotypoid Prot. 2533 (zu S. 97).
 4a, b: *B. elongata* Hantken, (Pr. R 6) Reit im Winkl; Hypotypoid Prot. 2534 (zu S. 97).
 5a, b: *B. semistriata* Hantken, (Pr. R 5) Reit im Winkl; Hypotypoid Prot. 2535 (zu S. 107).
 6a, b: *B. nobilis* Hantken, (Pr. R 5) Reit im Winkl; Hypotypoid Prot. 2536 (zu S. 101).
 7a, b: *B. tongi* Cushman, (Pr. K 37) Kaiserwald; Hypotypoid Prot. 2537 (zu S. 111).
 8a, b: *B. Budensis* (Hantken), (Pr. R 5) Reit im Winkl; Hypotypoid Prot. 2540 (zu S. 97).
 9a-c: *B. kodymi* Cicha & Zapletalova, (Pr. S 41) Kohlenbach; Hypotypoid Prot. 2525 (zu S. 100).
 10a, b: *B. plicatella* Cushman, (Pr. K 26) Kaiserwald; Hypotypoid Prot. 2514 (zu S. 102).
 11a-c: *B. rhomboidalis* (Millett), (Pr. R 20) Reit im Winkl; Hypotypoid Prot. 2512 (zu S. 106).
 12a, b: *B. rhomboidalis* (Millett), (Pr. R 9) Reit im Winkl; Hypotypoid Prot. 2513 (zu S. 106).
 13a, b, 14: *B. globosa* (Hantken), (Pr. S 40) Kohlenbach; Hypotypoide Prot. 2538 und Prot. 2539 (zu S. 98).

Vergrößerung für alle Figuren: 100 x.

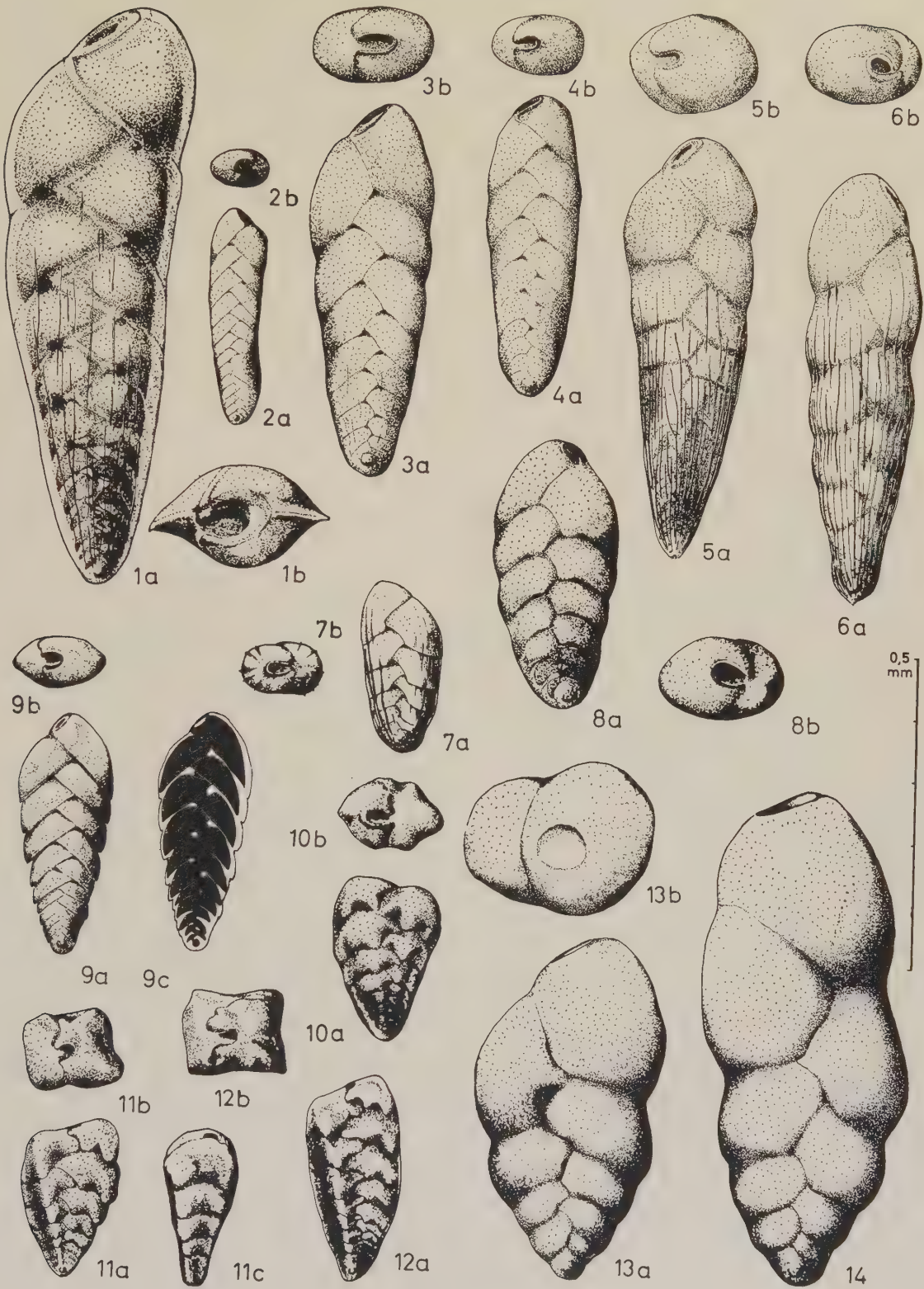


Abb. 6

Vorkommen — Ft a - e, a', b' sehr selten. In einer Probe (K 28) (Ft a) etwas häufiger (13 Exemplare).

BOLIVINA KODYMI Cicha & Zapletalova, 1963
(Abb. 6, 9a-c)

* *Bolivina kodymi* n. sp. - CICHÁ & ZAPLETALOVA, 1963, S. 166, Abb. 36a-c (Torton, Westkarpaten).

Beschreibung — Gehäuse klein, schmal keilförmig, länglich ovaler Querschnitt. Ziemlich gleichmäßige Breitenzunahme. Die zahlreichen Kammern sind im jüngeren Gehäuseteil schwach aufgeblasen. Sie laufen nach außen in kurze, zahnartige Spitzen aus, was der gerundeten bis abgerundet-winkeligen Peripherie ein gezacktes Aussehen verleiht. Die Ausbildung der Zacken ist starker Variation unterworfen. Die Kammern nehmen im Lauf der Ontogenie stark, aber gleichmäßig an Größe zu. Die Suturen sind schmal, nicht limbat, kaum gebogen, im jüngeren Gehäuseteil leicht eingesenkt. Ein Mittelkiel ist nicht ausgebildet.

Die Kammern haben die Form eines seitlich abgeflachten Tropfens. Kammerloben sind nur ganz schwach ausgebildet. Die älteren Kammern erscheinen durch das geringe Überlappen der jeweils jüngeren als flache Trapeze, deren unteres, äußeres Eck zahnartig hervorragt.

Die Oberfläche ist unverziert und erscheint manchmal etwas rau. Die Kammermitteln glänzen schwach, die Perforierung ist ziemlich fein. Die Mündung ist groß, länglich oval und reicht von der Basis der letzten Kammer bis weit in das schräge Mündungsfeld. Generationsformen sind schwer zu unterscheiden. Die Durchmesser der Proloculi variieren zwischen 12 und 20 μ . Einzelne Exemplare mit Proloculus-Durchmesser 12 μ und relativ viel Kammern haben eine besonders schmale Form. Sie können als B-Formen angesprochen werden.

Bemerkungen — Meine Exemplare sind im Durchschnitt etwas größer als die von

Cicha & Zapletalova beschriebenen (max. 0,38 mm), auch haben sie mehr Kammern. Eine art- oder unterartliche Abtrennung scheint mir aber nicht gerechtfertigt zu sein.

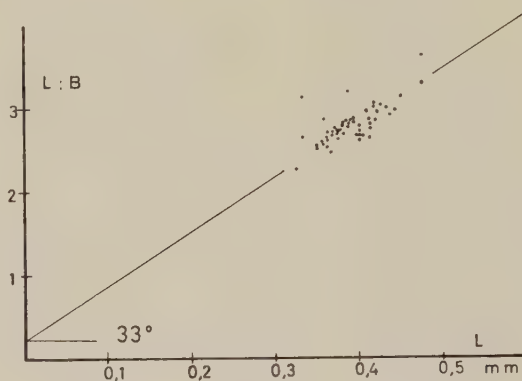


Abb. 7

L: (L:B)-Diagramm von *Bolivina kodymi* Cicha & Zapletalova.

Beziehungen — Der gezackte Seitenrand legt einen Vergleich mit *B. beyrichi* Reuss nahe. Auffallend ist die Ähnlichkeit gerade mit der Original-Abbildung von Reuss (s. S. 92). Vergleichsmaterial von *B. beyrichi* aus dem Rupel von Hermsdorf und Pitzpuhl bei Magdeburg zeigte aber trotz großer Ähnlichkeit, deutliche Unterscheidungsmerkmale. Es kommen dort, abweichend von den meisten anderen Lokalitäten, lange schmale Formen vor, wie sie auch Batjes (1958 Taf. 5, Fig. 11) von Hermsdorf abgebildet hat. Die hervorstechendsten Unterschiede zu *B. kodymi* sind, neben fast doppelter Gehäusegröße, die grobe Perforation und der deutlich unterschiedliche Kammerbau von *B. beyrichi*. Der Kammertyp von *B. kodymi* stellt diese in die Nähe von *B. prion* n. sp., von der *B. kodymi* sich durch das dickere Gehäuse, die etwas aufgeblasenen Kammern, den kiellosen Rand und die nicht-limbaten Suturen unterscheidet.

Ähnlich *B. kodymi* ist auch *B. denticulata* Bandy 1950 (= *B. denticulata* Bandy, 1949, S. 126, Taf. 25, Fig. 3a, b) aus der Talhatta-Formation (Eozän), Alabama, die noch kleiner ist und fast parallele Seiten hat.

Eventuelle Übereinstimmungen müßten an Originalmaterial überprüft werden. Die Unterschiede zu *Bolivina iriensis* Tedeschi (1957, S. 251, Abb. 5a-d) werden bei Cicha & Zapletalova (1963, S. 167) diskutiert. Zumindest nach der Originalabbildung — nicht so sehr der Beschreibung — besteht Ähnlichkeit zu *B. boettgeri* Spandel (1909, S. 151, Taf. 1, Fig. 15) aus dem Rupelton des Mainzer Beckens, die aber keine gezähnte Peripherie hat. In Maßen, Kammerzahl und Kammerform scheint sie weitgehend mit *B. kodymi* übereinzustimmen.

Maße:

Länge: 0,31 - 0,375 - 0,4 mm
 Breite: 0,105 - 0,125 - 0,131 - 0,155 mm
 Dicke: 0,07 - 0,075 - 0,08 - 0,9 mm
 L:B-Index: 2,45 - 2,65 - 2,7 - 3,6
 B:D-Index: 1,4 - 1,7 - 2,0
 Proloculus: Ø 12 - 20µ
 Suturenwinkel: 40 - 43 - 46°
 Anzahl der Kammerpaare: 8 - 10 - 13

Vorkommen — Ft b', c' z. T. sehr häufig, b, c, sehr selten. *B. kodymi* kommt fast nur in pyritisierter Erhaltung vor.

BOLIVINA NOBILIS Hantken, 1875
 (Abb. 6, 6a, b)

* *Bolivina nobilis* HANTK. n. sp. - HANTKEN, 1875, S. 65, Taf. 15, Fig. 4a, b (Ofener Mergel, Obereozän, Ungarn);

Bolivina nobilis HANTKEN - HALKYARD, 1919, S. 51 (Obereozän, SW-Frankreich, Biarritz); CUSHMAN, 1937, S. 51, Taf. 7, Fig. 1 - 4 (Obereozän, Ungarn, Biarritz; Unteroligozän Haring/Tirol); ? SUBBOTINA, 1953, S. 225, Taf. 10, Fig. 10 (Bolivina-Zone, Kaukasus); HAGN, 1956, S. 147 (Obereozän, Varignano, Oberitalien); v GOHRBANDT, 1962, S. 78, Taf. 3, Fig. 2a, b (Obereozän, Bruderndorf, Niederösterreich).

Grammostomum nobilis (HANTKEN) - RAUZER-TSCHERNOUSOVA & FURSENKO, 1959, S. 325, Abb. 779 (Obereozän).

B. nobilis ist wesentlich seltener als die ähnliche *B. semistriata*. Die Hauptunterschiede zu letzterer sind: weniger, im jüngeren Gehäuseteil stärker aufgeblähte Kammern, meist weiter nach oben reichende Berippung, flacherer Winkel der Suturen mit der Gehäuseachse, größerer Proloculus (20 - 30µ), Initialstachel (meist abgebrochen und kaum erkennbar), gleichmäßig ovaler Querschnitt, deutliche Tendenz zur Einzeiligkeit bei erwachsenen Formen.

Beziehungen — Große Ähnlichkeit zeigt diese Art mit *Bolivina tereta* [= *Loxostomum teretum*] (Cushman), 1936 (S. 60, Taf. 8, Fig. 14a, b, Rupel, Elsaß), die sich nach Cushman vor allem durch die geringere Größe von *B. nobilis* unterscheidet. Batjes (1958, S. 133, Taf. 5, Fig. 17), Kaaschieter (1961, S. 195, Taf. 9, Fig. 20) und Kiesel (1962, S. 62, Taf. 9, Fig. 11) bilden Exemplare von *B. tereta* ab, deren angegebene Größen sich mit denen von *B. nobilis* durchaus vergleichen lassen. Kaaschieter (1961, S. 195) vermutet auch, daß es sich bei dem Holotyp von *B. tereta* um eine Jugendform handeln könne.

Maße des Hypotypoids:

Länge: 0,695 mm
 Breite: 0,183 mm
 Dicke: 0,126 mm
 Anzahl der Kammerpaare: meist 7-9

Vorkommen — Ft b, nicht häufig.

BOLIVINA OLIGOCAENICA Spandel, 1909
 (Abb. 6, 2a, b)

* *Bolivina oligocänica* n. sp. - SPANDEL, 1909, S. 152, Taf. 1, Fig. 16 (Rupel, Mainzer Becken);

Bolivina oligocänica SPANDEL - CUSHMAN, 1937, S. 74, Taf. 9, Fig. 1, 2 (Rupel, Lobsann, Elsaß).

Beschreibung — Das kleine, sehr schmale Gehäuse besteht aus vielen Kammern (10 - 14 Kammerpaare), die durch ziemlich gerade

verlaufende, schrägstehende, nicht eingesenkte Suturen getrennt werden. Die Peripherie ist gerundet, der Querschnitt gleichmäßig flach-oval. Die Gehäusewand ist glatt und sehr fein perforiert. Ihre geringe Größe und große Kammerzahl, die fast parallelen Seiten sowie die geraderen Suturen unterscheiden *B. oligocaenica* von *B. elongata* Hantken.

Das Gehäuse kann schwach um seine Längsachse verdreht sein. Diese Art ist selten zitiert und von der Originalbeschreibung her nicht ganz eindeutig. Hagn (in Hagn & Hölzl, 1952, S. 171) erwähnte *B. oligocaenica* aus dem Chatt der Molasse im östlichen Oberbayern.

Maße:

Länge: 0,3 - 0,35 - 0,42 mm
Breite: um 0,09 mm
Dicke: um 0,06 mm
Anzahl der Kammerpaare: 10 - 14

Vorkommen — Ft a' ziemlich häufig, sonst nur Ft e und e', selten.

BOLIVINA PLICATELLA Cushman, 1930
(Abb. 6, 10a, b)

* *Bolivina plicatella* CUSHMAN, 1930, (Bull. 4, Florida State Geol. Surv.) S. 46, Taf. 8, Fig. 10a, b (Miozän, Florida) [fide Cat.]; CUSHMAN, 1937, S. 89, Taf. 11, Fig. 3-4, (Miozän, Florida u. a. Lok.). CICHA & ZAPLETALOVA, 1963, S. 34, Abb. 22a-c (Miozän, Mähren, Tschechoslowakei).

Bolivina crenulata CUSHMAN n. sp. - CUSHMAN, 1936, S. 50, Taf. 7, Abb. 13a, b, (Kleinzeller Tegel, Ungarn);

Bolivina crenulata CUSHMAN - CUSHMAN, 1937, S. 53, Taf. 6, Fig. 33 - 34 (Ungarn, Frankreich, Biarritz, Eozän, Oligozän); HAGN, 1956, S. 147, (Led, Varignano, Oberitalien); KAASSCHIETER, 1961, S. 194, Taf. 9, Fig. 15-17 (Mittel- bis Ober-eozän, Belgien); v LÜHR, 1962, S. 132, Taf. 4, Fig. 31. (Unter-Mitteloligozän, Häring, Tirol FZ. B, D).

Bemerkungen — Eine in ihrem L:B-Verhältnis sehr variable Art, die aber in ihrem Grundbauplan konstant bleibt. Unter dem Namen *B. crenulata* wird sie aus Europa, als *B. plicatella* meist aus Amerika zitiert. Hagn (in Hagn & Hölzl, 1952, S. 171) nimmt an, daß *B. cf. plicatella* im Miozän der ostbayrischen Molasse die im Rupel und Chatt verbreitete *B. crenulata* ablöst.

Es ist Cicha & Zapletalova zuzustimmen, die beide Arten synonym gesetzt haben, zumal es sich wie bei *B. rhomboidalis* um eine Durchläuferform handelt, die sich allenfalls (z.B. durch zusätzliche hyaline Ausscheidungen) veränderten ökologischen Bedingungen anpaßt. Diese Veränderlichkeit liegt höchstens im Bereich von Unterarten.

Beziehungen — Die Verwandtschaft zu *B. rhomboidalis* (Millett) ist deutlich. Extremformen beider Arten sind kaum zu trennen. Beiden gemeinsam ist der Kammerbau mit der zerlappten Basis. Eine Abtrennung von *B. plicatella mera* Cushman & Ponton (siehe Cushman, 1937, S. 90 Taf. 11, Fig. 5-8), scheint mir ebenfalls nicht notwendig zu sein, doch sei dies an miozänem Material entschieden.

Große Ähnlichkeit mit *B. plicatella* hat *B. quasiplicata* Subbotina, 1953 (S. 220, Taf. 10, Fig. 4). Formen die sich mit der Abbildung bei Subbotina gut vergleichen lassen, liegen in der Variationsbreite des vorliegenden Materials.

Dipl.-Geol. G. Hofmann, der derzeit die oligozänen und miozänen Bolivinen der bayerischen Molasse bearbeitet, wird über *B. plicatella* Näheres berichten. Bei ihm konnte ich auch Paratypen von *B. plicatella* und *B. crenulata* aus dem U.S. National Museum in Washington einsehen.

Maße des abgebildeten Exemplars:

Länge: 0,27 mm
Breite: 0,175 mm
Dicke: 0,11 mm

Vorkommen — ziemlich häufig in Ft b, nicht sehr häufig in den Ft a, c-d, a'. Die Art konnte auch im Obereozän des Reichenhaller Beckens beobachtet werden.

BOLIVINA PRION n. sp.

(Abb. 8, 1 - 5)

Bolivina aenariensis (COSTA), var. *spinulifera* (COSTA) - DE WITT PUYT, 1941, S. 64, Taf. 1, Fig. 33, (Eozän, Herzegovina).

Holotypus — Slg. München Prot. 2529; abgebildet: Abb. 8, 4a, b (Pr. R 6)
Maße: L: 0,415 mm, B: 0,16 mm, D: 0,075 mm.

Derivatio nominis — πρίων (griech.) = Säge, nach der Morphologie.

Stratum typicum — Unteroligozän.

Locus typicus — Pötschbichlgraben bei Reit im Winkl, Obb.

Material — 153 vermessene Gehäuse.

Diagnose — Eine neue Art der Gattung *Bolivina* d'Orbigny mit folgenden Besonderheiten:

Gehäuse stark komprimiert, ziemlich breit bis schmal keilförmig; gerade, limbate,

etwas erhabene Suturen; Peripherie gekielt und gezackt.

Beschreibung — Die Gehäuseform ist recht variabel, es dominieren gestreckte, $\pm$ keilförmige, gleichmäßig an Breite zunehmende Gehäuse, die z. T. leicht verdreht sind. Der Querschnitt des Gehäuses ist flach linsen- bis rautenförmig. Das Gehäuse besteht aus 7 - 10 - 12 Kammerpaaren, die sehr gleichmäßig an Größe zunehmen. Sie werden durch meist gerade oder schwach nach unten gekrümmte, deutliche, limbate, etwas erhabene Suturen getrennt. Zwischen den Suturen sind die Kammern leicht eingefallen. Die Suturen treffen sich in einer deutlichen, erhabenen Zickzacklinie und bilden mit der Gehäuseachse einen Winkel von 39 - 43 - 46°. Der Treffpunkt zweier Suturen kann zusätzlich etwas verdickt sein. Die Peripherie ist mit einem $\pm$ stark gezackten Kiel versehen. Die Zacken werden von den hinteren Kammerenden gebildet. Die quantitative Ausbil-



Abb. 8

Bolivina prion n. sp.

1a, b: Paratypoid Prot. 2526; (Pr. 45) Becken von Reichenhall, Obereozän; (vgl. Kurve a in Abb. 9a, S. 104).

2a, b: Paratypoid Prot. 2527; (Pr. 244) Becken von Reichenhall, Obereozän; (vgl. Kurve b in Abb. 9a, S. 104).

3a, b: Paratypoid Prot. 2528; (Pr. K 30) Kaiserwald, Oligozän.

4a, b: Holotyp Prot. 2529; (Pr. R 6) Reit im Winkl, Oligozän, (vgl. Kurve c in Abb. 9a, S. 104).

5a, b: Paratypoid Prot. 2530; (Pr. K 30) Kaiserwald, Oligozän. Vergrößerung: 100 x.

derung der Zacken variiert stark. Ausnahmsweise können sie auch ganz fehlen. Die ziemlich fein und gleichmäßig perforierte Oberfläche ist, von den verdickten Suturen abgesehen, unverziert. Es ist kein Mittelkiel entwickelt, doch können die Flanken dachartig von einem mehr oder weniger scharfen Grat in der Mitte zur Peripherie hin abfallen.

Die Kammern erscheinen im Durchlicht (Abb. 8, 3b,) als schmale, etwas gekrümmte, spitz sackförmige Gebilde mit ziemlich scharfer, nur schwach gebogener Unterkante. Sie überlappen sich gegenseitig nicht. Im Auflicht bilden die Suturen und der Kiel flache, gerade begrenzte Trapeze, deren unteres, äußeres Ende den zahnartigen Vorsprung bildet.

Die Mündung ist relativ groß, oval und von einer Lippe eingefasst. Im Durchlicht kann man ihre ontogenetische Breitenzunahme beobachten. Es wurden keine deutlich unterscheidbaren Generationsformen gefunden.

Bemerkungen — Es war möglich, diese Art auch in Proben aus dem inneralpinen Tertiärbecken von *Reichenhall* und *Salzburg* zu finden, wo sie zumindest während des *Obereozäns* meist vorhanden ist. Biometrische Untersuchungen an dieser Form ergaben eine starke, höchstwahrscheinlich phylogenetisch bedingte relative Breitenabnahme in der Zeit; dabei gleichen die schon ziemlich schmalen Formen aus den höchsten Lagen des *Reichenhaller Obereozäns* bereits weitgehend denen aus dem *Unteroligozän*. Die extrem breiten Formen (Abb. 8, 1; 9a, Kurve a) des vermutlich tieferen *Obereozäns*, ließen sich eventuell als Unterart abtrennen, doch sollen sie einstweilen mit der Nominatunterart vereinigt bleiben, bis an anderen Profilen die Gesetzmäßigkeit geprüft werden konnte.

Auf Abb. 9 a ist die Verteilung der L:B-Indizes aus drei Populationen graphisch wiedergegeben. Die Lage der Proben entnehme man für die *Reichenhaller Proben* der Anlage 3, für die *oligozänen Proben* der Anlage 1.

Kurve a: Pr. 45 und 237, (Becken von *Reichenhall*, *Untersberg*, NE-Fuß).

Kurve b: Pr. 242, 244, 245 (Becken von *Reichenhall*, *Untersberg*, NE-Fuß).

Kurve c: Pr. R 5, R 6, R 2, (Gebiet von *Reit im Winkl*).

Pr. K 28, K 30 (*Kaiserwald bei Ebbs/Tirol*).

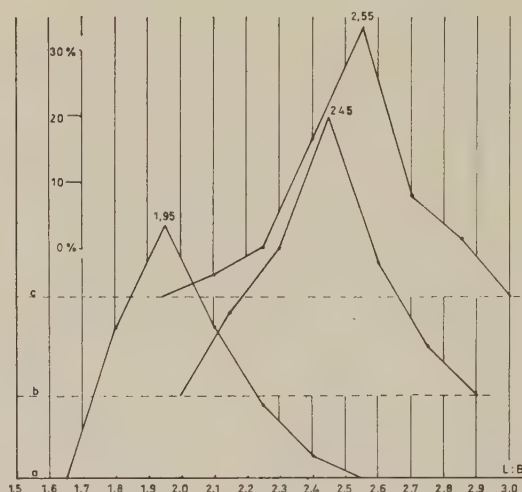


Abb. 9a

L:B-Index-Kurven von *Bolivina prion* n. sp. im Eozän (Kurve a und b) und im Oligozän (Kurve c).

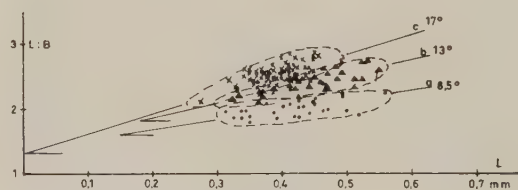


Abb. 9b

L:(L:B)-Diagramm von *Bolivina prion* n. sp.; Erläuterung im Text.

Die Kurven entsprechen einem ideellen Profil vom Liegenden (unteres *Obereozän*) zum Hangenden (*Unteroligozän*).

In Abb. 9b kann man die unterschiedliche ontogenetische Entwicklung dieser Art in den drei betrachteten Abschnitten ablesen (Erklärung zu dieser Diagramm-Art siehe S. 138).

Die Gehäuse der ältesten Populationen (Punkte, a) nehmen sehr gleichmäßig und

stark an Breite zu, die jüngsten (Kreuze, c) bilden einen deutlich steileren Winkel, d.h. ihre Breitenzunahme wird im Laufe der Ontogenie geringer. Die altersmäßig dazwischenliegende Population (Dreiecke, b) nimmt eine entsprechende, vermittelnde Stellung ein. Auffallend ist, daß die oligozänen Vertreter dieser Art durchschnittlich kleiner sind als die eozänen, was möglicherweise faziell bedingt ist.

Maße:

zu *Kurve a*: (31 Exemplare).

Länge: 0,3 - 0,4 - 0,55 mm

Breite: 0,15 - 0,275 mm

Dicke: 0,05 - 0,07 - 0,085 mm

L:B-Index: 1,8 - 1,95 - 2,35

B:D-Index: 2,4 - 3,4

Proloculus Ø: 12 - 20µ

Anzahl der Kammerpaare: 7 - 10 - 12

Suturenwinkel: 39 - 43 - 46°

zu *Kurve b*: (39 Exemplare)

Länge: 0,325 - 0,425 - 0,46 - 0,55 mm

Breite: 0,12 - 0,17 - 0,175 - 0,22 mm

Dicke 0,05 - 0,075 - 0,087 mm

L:B-Index: 2,1 - 2,45 - 2,75

B:D-Index: 2,0 - 2,45 - 2,8

Proloculus Ø: 12 - 16 - 20µ

Anzahl der Kammerpaare: 10 - 12 - 14

Suturenwinkel: 38 - 42 - 46°

zu *Kurve c*: (83 Exemplare)

Länge: 0,275 - 0,4 - 0,5 mm

Breite: 0,13 - 0,156 - 0,18 mm

Dicke: 0,055 - 0,075 - 0,087 mm

L:B-Index: 2,05 - 2,55 - 2,9

B:D-Index: 1,85 - 2,1 - 2,2 - 2,6

Proloculus Ø: 12 - 16 - 20µ

Anzahl der Kammerpaare: 7 - 10 - 12

Suturenwinkel: 39 - 43 - 46°

Beziehungen — Diese Art erinnert äußerlich sehr stark an *B. beyrichi* Reuss, mit der sie früher wohl auch meistens vereinigt wurde. So sind die Zitate von *B. beyrichi* bei Liebus (1906, S. 356) und Halkyard (1919, S. 53) aus dem Obereozän von Biarritz, SW-Frankreich, wahrscheinlich auf diese Form zu beziehen 1).

1) Die Überprüfung einer Zelle mit von LIEBUS als *B. beyrichi* bestimmten Bolivinen von Biarritz im Senckenberg-Museum in Frankfurt/M. (Nr. SMF XXVII 2234) zeigte, daß es sich dabei um *B. striatocarinata* Cushman handelt.

Diese Art unterscheidet sich von *B. beyrichi* durch den Kammerbau, die nicht aufgeblasenen Kammern, die limbaten, geraden, erhabenen Suturen, die feine Perforierung.

Sehr nahe verwandt ist *B. kodymi* Cicha & Zapletalova (s.S. 100), die manchmal auch mit der neuen Art zusammen vorkommt, ihre größte Häufigkeit aber in Proben hat, in denen *B. prion* fehlt. Eine gegenseitige fazielle Vertretung beider Formen ist nicht auszuschließen. *B. kodymi* ist dicker, hat etwas aufgeblasene Kammern, keine limbaten Suturen und keinen Kiel.

B. aenariensis spinulosa (Costa) (siehe Cushman, 1937, S. 106, Taf. 12, Fig. 27) aus dem Pliozän Italiens, erscheint nach Costa's Abbildung ähnlich, doch hat sie offensichtlich einen Initialstachel. Cushman konnte entsprechende Typen nicht wiederfinden, weshalb die Art vorerst recht fraglich ist.

Das von De Witt Puyt abgebildete Gehäuse (siehe Synonymie) scheint zu der neuen Art zu gehören.

Eine große Ähnlichkeit besteht noch zu *B. pisciformis* Galloway & Morrey (1929, S. 36, Taf. 5, Fig. 10), die nach Cushman (1937, S. 92, Taf. 11, Fig. 20, 21) aus fraglichem Miozän stammt. Diese Form ist von einem deutlichen Flügelsaum umgeben, sie hat einen Basalstachel, die Nähte sind nicht erhaben, außerdem ist sie gedrungener und nimmt am Anfang sehr viel rascher an Breite zu.

Vorkommen — Tiefneritisch (sublitoral) bis bathyal; Becken von Reichenhall viele Proben, Pötschbichl- und Kaiserwaldgraben, nicht häufig. Ft. a, b.

BOLIVINA RETICULATA Hantken, 1875

* *Bol. [Bolivina] reticulata* HANTK. n. sp. - HANTKEN, 1875, S. 65, Taf. 15, Fig. 6a, b (Kleinzeller Tegel, Ungarn).

Bolivina reticulata HANTKEN - CUSHMAN, 1937, S. 50, Taf. 6, Fig. 24-27 (Kleinzeller Tegel, Ungarn); - v LÜHR, 1962, S. 133, Taf. 4, Fig. 32 (Unteroligozän, Faunenzonen B, C, Häring, Tirol).

Bolivinoides reticulatus (HANTKEN) - SUBBOTINA, 1953, S. 250, Taf. 13, Fig. 10 - 15 (Obereozän, Unteroligozän, Krim).

Diese oft zitierte, stratigraphisch wohl unbedeutende Form ist nur in Häring häufiger vertreten. Mir liegen aus meinem Material nur zwei schlecht erhaltene Exemplare vor, die sich gut mit den gängigen Abbildungen vergleichen lassen. Eines der Stücke hat eine stärker betonte Mittelrippe und ähnelt dadurch auch *Bolivina janoscheki* (Gohrbandt) (= *Aragonia janoscheki* n. sp. : Gohrbandt, 1962, S. 81, Taf. 3, Fig. 5a, b) aus dem Obereozän von Bruderndorf, Niederösterreich.

Vorkommen — Ft b sehr selten.

BOLIVINA RHOMBOIDALIS (Millett, 1899)
(Abb. 6, 11a-c, 12a, b)

* *Textularia rhomboidalis* MILLETT (Part IV, Roy. Micr. Soc. London, Jour., London 1899), 1899, S. 559, Taf. 7, Fig. 4a, b, (rezent) [fide Cat. of Foram.]; CUSMAN, 1937, S. 138, Taf. 18, Fig. 7 (repr. nach MILLETT); siehe hier auch ältere Zitate; CUSHMAN & TODD, 1945, S. 47, Taf. 7, Fig. 19, (Miozän, Jamaica); BERMUDEZ, 1949, S. 194, Taf. 12, Fig. 44 (Miozän, Dominik. Republik); v LÜHR, 1962, S. 134, Taf. 4, Fig. 33a, b (Oligozän, Häring, Tirol, Faunenzone B, C, D).

Beschreibung — Das Gehäuse hat die Form eines Keiles mit rechteckigem bis rhomboidalem Querschnitt. 6 - 7 - 9 Kammerpaare nehmen rasch an Größe zu. Die Kammern sind kaum aufgeblasen. Die Suturen sind anfangs nicht, im jüngeren Gehäusesteil wechselnd stark eingesenkt, ziemlich stark gebogen. Sie bilden mit der Gehäuseachse einen Winkel von 47 - 52 - 55°. Jede Kammer hat die Form eines gleichseitigen Dreiecks. Die hintere Spitze bildet das eine Eck, zwei große Kammerloben die beiden anderen Ecken; 2 kleinere Loben gliedern die Kammerseite, an der sich die große, breite, lippenlose Mündung befindet.

Die Kammern alternieren versetzt zueinander, so daß jeweils gegenüberliegende Ecken des viereckigen Gehäuses von den äußeren Kammerenden bzw. den stark vergrößerten Loben einer Kammerseite gebildet werden.

Das Gehäuse kann mehr oder weniger stark verdreht sein. Die durch die Kammerenden gebildeten Kanten sind bei rhomboidalem Querschnitt spitzwinkelig und manchmal mit hyaliner Schalensubstanz kielartig verstärkt. Meist aber sind die Kanten morphologisch gleichwertig. Die Gehäusewand ist auffallend grob perforiert. Leistenartige Verzierungen wurden nicht beobachtet. Die Art variiert besonders in ihrem L:B-Verhältnis. Gelegentlich kommen verhältnismäßig lange, schmale Exemplare vor. Die Durchmesser der Anfangskammern liegen zwischen 12 und 25 μ (Häufigkeit max. bei 16 μ). Mikrosphärische Gehäuse konnten nicht abgetrennt werden.

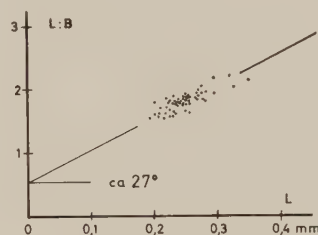


Abb. 10

I. : (L:B)-Diagramm von *Bolivina rhomboidalis* (Millett).

Bemerkungen — Es ist nicht mit Sicherheit klargelegt, ob die vorliegende, z. T. sehr häufige Form wirklich artspezifisch ist mit dem rezenten Typ. Doch sind Beschreibung und Abbildung von Millett zu allgemein gehalten, um genauere Vergleiche zuzulassen. Möglicherweise handelt es sich bei dieser Art um eine Durchläuferform, die in kaum unterscheidbarer Weise vom Paläogen bis rezent vorkommt. Eine Unterteilung in einzelne Arten, die nur auf ihre verschiedene geographische und stratigraphische Verbreitung gestützt wäre, hätte also keine praktische Bedeutung.

Innerhalb meiner Profile verändert sich *B. rhomboidalis* nicht. Enge Beziehungen hat

B. rhomboidalis zu *B. plicatella* Cushman, von der sie praktisch eine Extremform darstellt.

Maße:

L: 0,185 - 0,245 - 0,33 mm
 B: 0,112 - 0,135 - 0,16 mm
 D: 0,095 - 0,11 - 0,13 mm
 L:B-Index: 1,55 - 1,80 - 2,25
 B:D-Index: 1,05 - 1,2-1,3 - 1,55
 $\frac{a \cdot 100}{L}$: 67 - 71 - 78%

Vorkommen — Alle Faunentypen. Besonders häufig Ft b, c, e.

BOLIVINA SEMISTRIATA Hantken, 1868
 (Abb. 6, 5a, b)

* *Bolivina semistriata* HANTKEN, 1868, S. 95, Taf. 2, Fig. 34 a, b (Tertiär, Ungarn) [fide Cat. of For.].

Bol. [*Bolivina*] *semistriata* HANTK. - HANTKEN, 1875, S. 65, Taf. 7, Fig. 13 (Kleinzeller Tegel, Ungarn).

Bolivina semistriata HANTKEN - CUSHMAN, 1937, S. 50, Taf. 6, Fig. 28 - 30 (Obereozän, Oligozän, Ungarn; Obereozän, Biarritz); v LÜHR, 1962, S. 134, Taf. 4, Fig. 34 (Unter- bis Mitteloligozän, Häring, Tirol).

Bemerkungen — Diese im Obereozän und Oligozän weit verbreitete Art wurde von Cushman, 1937, gut beschrieben und abgebildet. Ergänzend läßt sich noch anmerken, daß die Streifung sich manchmal auf das ganze Gehäuse erstrecken kann. Das im Querschnitt oben meist runde Gehäuse ist im Anfangsteil oft zusammengedrückt, mit fast scharfer Peripherie. Die Art hat 10 und mehr Kammerpaare, der Proloculus ist klein (10 - 20 μ). Der Anfangsteil ist bei den meisten Exemplaren abgebrochen; schon deshalb läßt sich über die Unterscheidbarkeit von Generationsformen nichts aussagen.

Maße:

Länge: 0,6 - 0,9 mm
 Breite: 0,15 - 0,25 mm

Vorkommen — Die größten und meisten Exemplare in Ft b; vereinzelt und meist kleiner in Ft a, a' und b'. Alle Profile.

BOLIVINA STRIATOCARINATA Cushman, 1936
 (Abb. 6, 1a, b)

* *Bolivina striato-carinata* CUSHMAN n. sp. - CUSHMAN, 1936, S. 51, Taf. 7, Fig. 14a, b (Obereozän, Val di Lonte, Oberitalien);

Bolivina striato-carinata CUSHMAN - CUSHMAN, 1937, S. 54, Taf. 7, Fig. 16 (Obereozän Norditalien, SW-Frankreich, Ungarn).

v *Bolivina striatocarinata* CUSHMAN - GOHRBANDT, 1962, S. 80 (Obereozän, Brudern-dorf).

Beschreibung — Das große Gehäuse ist lang keilförmig, mit langsamer, gleichmäßiger Breitenzunahme. Nach unten läuft es in eine abgerundete Spitze aus, oben ist es schräg abgestutzt. Die Kammern nehmen sehr schnell an Größe zu. Die letzten 3 Kammerpaare machen 50 - 60% der Gehäuselänge aus. Die Kammern sind im jüngeren Gehäuseteil etwas aufgeblasen. Die Peripherie ist gekielt, der Kiel kann verschieden stark entwickelt sein und kann von einem scharfen Flügelsaum, über einen breiten, dick-gerundeten Kiel bis zu einer nur angedeuteten Kante alle Formen annehmen. Die breiten, limbaten, gerade verlaufenden Suturen, sind im jüngeren Gehäuseteil schwach eingesenkt, im älteren eben mit der Oberfläche oder schwach erhaben. Sie bilden eine flache, breite Zickzack-Linie, die besonders bei aufgehellten Exemplaren gut sichtbar ist. Sie ist ein auffallendes Artmerkmal.

Bemerkungen — Die Kammern ändern im Lauf der Ontogenie ihre Form. Die älteren 4-5 Kammerpaare sind breiter als hoch, ziemlich schmal, mit deutlichem, kleinem, innen stehenden Lobus. Die jüngeren Kammern nehmen stark an Höhe zu, wobei sich das Verhältnis Höhe zu Breite der Kammern über 1:1 bis zu 1:0,7 bei der letzten Kammer ändern kann. Der Lobus wandert dabei

in die Mitte der Kammerbasis, wo er einen flachen Vorsprung bildet.

Die Oberflächenverzierung unterliegt wie der Kiel einer großen Veränderlichkeit. Gehäuse mit breitem Kiel können ganz mit feinen, etwa achsenparallel verlaufenden, z.T. anastomosierenden Streifen bedeckt sein. Exemplare mit nur angedeutetem Kiel sind fast glatt, nur manchmal sind noch feine Rippen über dem Anfangsteil zu sehen. Die Oberfläche des Gehäuses ist dann leicht glänzend. Dazwischen kommen alle Übergänge vor. In meinen Proben überwiegen die schwach skulptierten Formen. Ein Mittelkiel ist nie entwickelt. Die Perforierung ist nicht sehr grob, aber deutlich. Die Mündung ist groß und länglich und geht von der Basis der letzten Kammer aus. Deutlich unterscheidbare Generationsformen sind nicht entwickelt. Einige Gehäuse mit kleinerem Proloculus und, relativ zur Gehäuselänge, vielen Kammerpaaren könnten B-Formen sein.

Vergleichsmaterial von dieser Art aus Biarritz und von Bruderndorf zeigte gute Übereinstimmung.

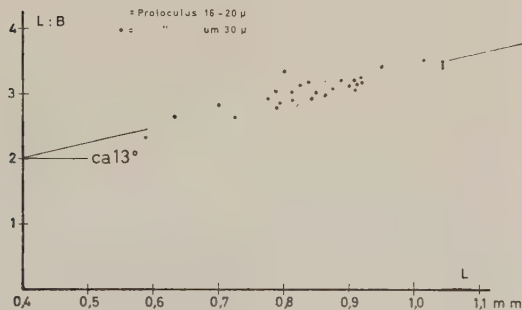


Abb. 11

L: (L:B)-Diagramm von *Bolivina striatocarinata* Cushman.

Beziehungen — Die Art ist leicht von anderen abzugrenzen. Beziehungen bestehen vielleicht zu *B. semistriata* Hantken (s.S. 107), mit der sie in etwa die Kammerform gemeinsam hat, die sich aber durch ihren rundlichen Querschnitt und die sehr schmalen Gehäuse deutlich unterscheidet.

Maße:

Länge: 0,55 - 0,85 - 0,9 - 1,05 mm

Breite: 0,21 - 0,288 - 0,313 mm

Dicke: 0,113 - 0,163 - 0,187 mm

L:B-Index: 2,35 - 3,0 - 3,25 - 3,5

B:D-Index: 1,55 - 1,7 - 1,95

$\frac{a \cdot 100}{L} : 72 - 76 - 79\%$

Zahl der Kammerpaare: 8 - 9 - 11

Proloculus Ø: 16 - 33 µ

Suturenwinkel: 46 - 51 - 54°

Vorkommen — Neritisch (äußerer littoraler Bereich) bis hochbathyal, offenbar an optimale Lebensumstände und warmes Wasser gebunden. Besonders häufig in Ft b. Auf unterschiedliche Tiefen bzw. Temperaturen scheint sie mit Variation von Kiel und Skulptur zu reagieren. In (?) kälteren Bereichen (Ft a' - c') kommt sie fast gar nicht vor.

BOLIVINA TERQUEMI TERQUEMI nom. nov.

(Abb. 12, 1a, b, 2a, b 3a, b)

* *Bolivina carinata* TERQ. - TERQUEM, 1882, S. 148, Taf. 15, Fig. 19a, b (Lutet, Vaudancourt, Pariser Becken);

Bolivina carinata TERQUEM - CUSHMAN, 1937, S. 46, Taf. 6, Fig. 14 - 16 (Eozän, Pariser Becken); LE CALVEZ, 1950, Teil 3, S. 42 (Eozän, Pariser Becken); KAAS-SCHIETER, 1961, S. 193, Taf. 9, Fig. 12-14 (Mittel- und Obereozän, Belgien, Frankreich, Holland).

v *Bolivina* cf. *alazanensis* CUSHMAN - LÜHR, 1962, S. 131, (Unteroligozän, Haring/Tirol, Faunenzone A, B).

Der Name *Bolivina carinata* ist durch *Bolivina beyrichi carinata* Hantken 1875 präokkupiert, weswegen für diese Art der neue Name *B. terquemi* vorgeschlagen wird.

Derivatio nominis — Nach dem Autor von *B. carinata*: Terquem.

Stratum typicum und **locus typicus** siehe Synonymie.

Beschreibung — Das Gehäuse ist breit zungenförmig, wird anfangs schnell, später

gleichmäßig und weniger rasch breiter; die größte Breite wird durch das letzte Kammerpaar bei 64 - 68 - 73% der Gehäuselänge gebildet. Der Querschnitt ist ziemlich dick oval.

7 - 8 - 9 Kammern bauen das Gehäuse auf. Der Proloculus ist klein (20 - 25 - 33 μ). Die Kammern können oben etwas aufgeblasen sein. Die Peripherie ist durchgehend gekielt und im jüngeren Gehäuseteil manch-

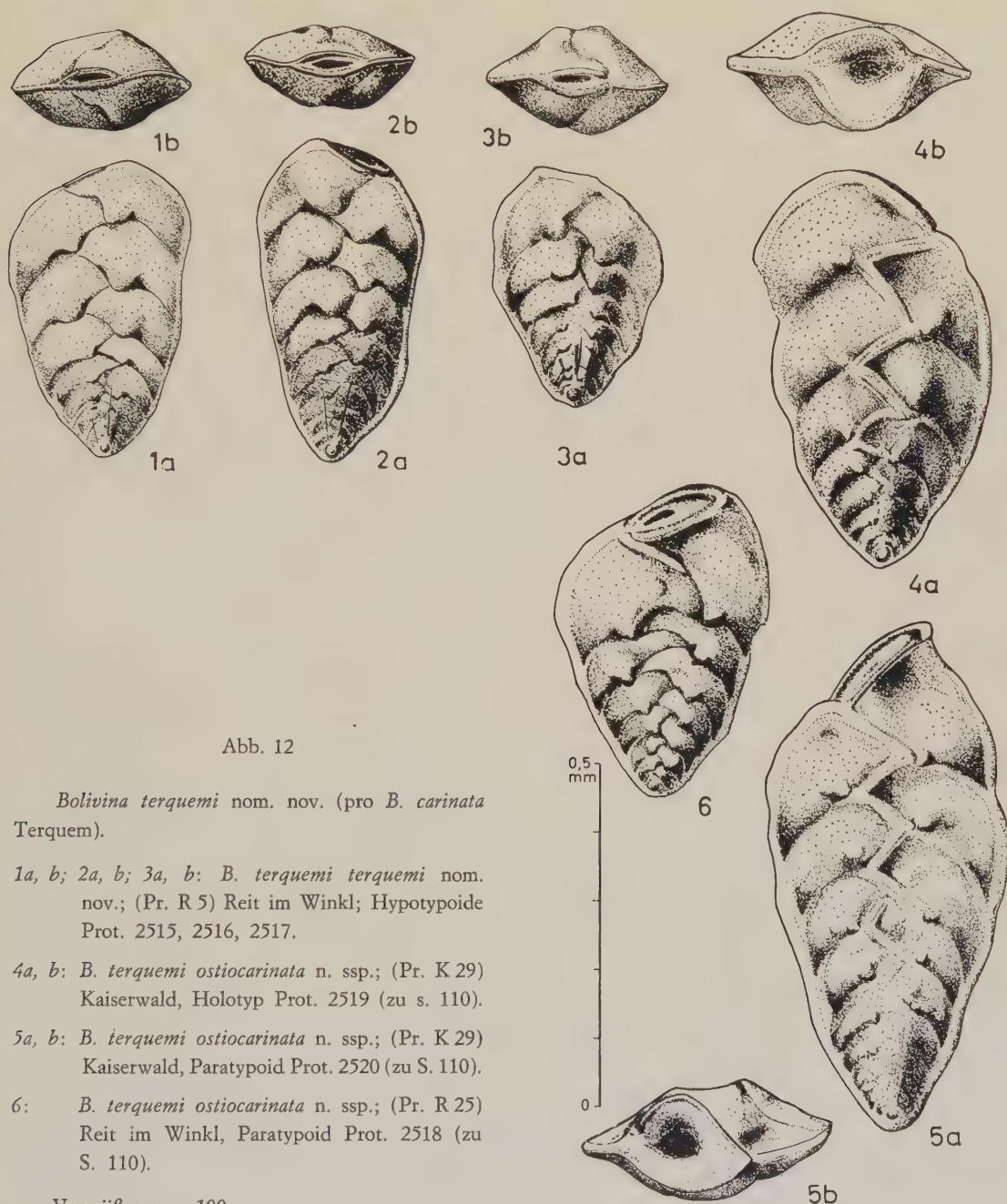


Abb. 12

Bolivina terquemi nom. nov. (pro *B. carinata* Terquem).

1a, b; 2a, b; 3a, b: *B. terquemi terquemi* nom. nov.; (Pr. R 5) Reit im Winkl; Hypotypoide Prot. 2515, 2516, 2517.

4a, b: *B. terquemi ostiocarinata* n. ssp.; (Pr. K 29) Kaiserwald, Holotyp Prot. 2519 (zu S. 110).

5a, b: *B. terquemi ostiocarinata* n. ssp.; (Pr. K 29) Kaiserwald, Paratypoid Prot. 2520 (zu S. 110).

6: *B. terquemi ostiocarinata* n. ssp.; (Pr. R 25) Reit im Winkl, Paratypoid Prot. 2518 (zu S. 110).

Vergrößerung: 100 x.

mal schwach gelappt. Der Kiel kann recht verschieden ausgebildet sein. Von dünn, flügelartig über dick, abgestutzt bis zum nur angedeuteten Rest finden sich alle Übergänge.

Die Suturen sind stark gekrümmt, crenulat, nicht limbat. Sie stehen zur Achse in einem Winkel von 45 - 49 - 51°.

Die ziemlich hohen Kammern haben eine längliche Helmform. Ein deutlicher Lobus, etwa in der Mitte zwischen Außenspitze und Mündung, ist meist etwas verdickt, wodurch die Sutura ihr crenulantes Aussehen erhält. Die Kammerform ändert sich während der Ontogenie. Ältere Kammern sind länglich und haben den Lobus am inneren Ende. Die Kammern nehmen besonders im jüngsten Teil des Gehäuses stark an Größe, besonders an Höhe zu; die letzten 3 Kammerpaare nehmen mehr als die Hälfte des Gehäuses ein. Die Oberfläche ist glatt, glänzend und bis auf mehrere, meist nur sehr zarte Rippen über dem Anfangsteil, unverziert. Selten können die Rippen auch deutlicher und zahlreicher ausgebildet sein. Die ziemlich feinen Poren sind gleichmäßig über die Gehäusewand verteilt.

Die Mündung ist klein, oval bis spaltförmig und wird von dem geteilten Kiel eingefasst.

Bemerkungen — In meinem Material ist eine gewisse Tordierung der Gehäuse um ihre Längsachse nicht selten. Dadurch ähnelt diese Art der rezenten *Bolivina tortuosa* Brady 1881 (siehe Cushman, 1937, S. 133, Taf. 17, Fig. 11-19). Manches Zitat von *B. tortuosa* aus Schichten des Paläogens läßt sich vielleicht auf *B. terquemi* beziehen.

Es wurden keine verschiedenen Generationsformen beobachtet. Die Art ist deutlich faziesgebunden und kommt meist in Sedimenten vor, für die eine Bildung im tiefer neritischen bis bathyalen Bereich (bis ca. 800 m Tiefe), in vollmarinem, wahrscheinlich warmen Meer angenommen werden kann. Aus pelagischen Faunen und den «Fischschiefern» liegen nur einzelne Funde vor.

Beziehungen — Diese Art ist nahe verwandt mit *B. mornhinvegi* Cushman (1935,

S. 32, Taf. 5, Fig. 1) aus dem Oligozän Amerikas, die etwas dicker und nicht deutlich gekielt ist. Beziehungen bestehen auch zu der flacheren, stärker gekielten *B. alazaniensis* Cushman (1926, S. 82, Taf. 12, Fig. 1) aus dem Alazan Clay Mexikos.

Manche «Übergangsformen» leiten zu der rundlicheren *B. budensis* (Hantken) (s. S. 97) über, die einen vergleichbaren Kammerbau hat.

Maße:

Länge: 0,335 - 0,42 - 0,5 mm
 Breite: 0,212 - 0,244 - 0,257 mm
 Dicke: 0,112 - 0,138 - 0,15 mm
 L:B-Index: 1,45 - 1,6 - 1,75 - 1,9
 B:D-Index: 1,5 - 1,8 - 2,05
 $\frac{a \cdot 100}{L} : 62 - 66 - 70 - 73\%$

Vorkommen — Ft a gemein, Ft b sehr häufig, Ft a', b' selten. Die Art liegt mir in unveränderter Form auch aus dem Obereozän des Beckens von Reichenhall vor.

BOLIVINA TERQUEMI OSTIOCARINATA n. ssp.
 (Abb. 12, 4 - 6)

Holotypus — Slg. München, Prot. 2519, abgebildet: Abb. 12, 4a, b (Pr. K. 30).

Maße: L: 0,555 mm, B: 0,333 mm, D: 0,15 mm.

Derivatio nominis — Ostium (lat.) = Mündung; carinatus (lat.) = gekielt.

Locus typicus — Pötschbichlgraben bei Reit im Winkl, Obb.

Stratum typicum — Unteroligozän.

Material — 15 Exemplare.

Diagnose — Eine neue Unterart von *Bolivina terquemi* nom. nov. (= *B. carinata* TERQUEM) mit folgenden Besonderheiten:

Gehäuse breit zungen- bis herzförmig, Kammern etwas aufgeblasen, durch deutliche, mittelständige Loben gegliedert; schwach erhabene Mittel- Zickzacklinie; breites, stark vergrößertes Mündungsfeld, von einem Kiel eingefasst.

Beschreibung — Diese Form unterscheidet sich von der Nominatunterart durch das meist breitere und flachere Gehäuse; die Kammern sind etwas aufgeblasen und heben sich deutlich von einander ab. Die Suturen sind im jüngeren Gehäuseteil stark eingesenkt. Die Kammerform entspricht der von *B. terquemi terquemi*, doch ist der mittelständige Kammerlobus meist stärker verdickt, wodurch die Sutura deutlicher geknickt erscheint. Die Kammern verbreitern sich zur Mündung hin trompetenförmig und bilden ein nur bei der letzten Kammer sichtbares, breites, schrägsteheendes Mündungsfeld, das von einem dicken, breiten Kiel hufeisenförmig umgeben ist. In der Mitte dieses Feldes liegt die ziemlich große, ovale, eigentliche Mündung. Die Mündungskiele der vorhergehenden Kammern bilden in der Gehäusemitte eine mehr oder weniger deutliche, breite, limbate, spitzwinkelige Zickzacklinie, jeweils zwischen den Loben der Kammern. Diese Unterart kann größer werden, als *B. terquemi terquemi*, wobei sie im Durchschnitt ein Kammerpaar weniger hat als diese (7 statt 8). Generationsformen konnten nicht unterschieden werden. Die Proloculi entsprechen etwa denen von *B. terquemi terquemi* (16-30 μ).

Bemerkungen — Diese ausgeprägte, aber seltene Unterart kommt zusammen mit *B. terquemi terquemi* vor, von der sie sich aber klar abtrennen läßt. Die Zickzacklinie der älteren Mündungskiele beweist, daß es sich auch nicht um Altersstadien von *B. terquemi terquemi* handeln kann. Im L:(L:B)-Diagramm (Abb. 13) wird *B. terquemi ostiocarinata* mit 8° durch einen viel flacheren Winkel charakterisiert als *B. terquemi terquemi* (13°).

Nach Boltovskoy (1954, S. 54) können zwei Unterarten nicht zusammen vorkommen. In fossilen Populationen, wie sie aus normalen Proben gewonnen werden, sind jedoch viele echte Populationen enthalten. Dabei können « Sonderentwicklungen », beispielsweise durch Isolation entstanden, verdeckt werden. Es resultieren Mischfaunen (siehe Gerhardt, 1963, S. 47), die, in meist geringem Aus-

maß, nahe verwandte Formen enthalten können.

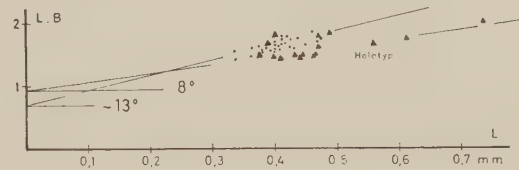


Abb. 13

L:(L:B)-Diagramm von *B. terquemi terquemi* nom. nov. (Punkte) und *B. terquemi ostiocarinata* n. ssp. (Dreiecke).

Morphologische *Beziehungen* bestehen zu *B. eocaenica* Terquem (siehe Le Calvez, 1950, S. 43, Taf. 3, Fig. 41, 42) aus dem Eozän des Pariser Beckens, mit der *B. terquemi ostiocarinata* den Kiel und die eigenartige Mündung gemeinsam hat; doch unterscheidet sich *B. eocaenica* in Bau und Kammerform deutlich von *B. terquemi ostiocarinata*. Ähnliches gilt auch für *B. gibbera* Millett (1895, S. 656, Fig. 1, 2 [fide Cat. of Foraminifera]) aus dem Pliozän Englands, deren Mündung außerdem abgesetzt ist und ein Hälschen hat.

Maße:

Länge: 0,375 - 0,725 mm
 Breite: 0,225 - 0,35 mm
 Dicke: 0,106 - 0,163 mm
 L:B-Index: 1,45 - 1,5 - 2,05
 B:D-Index: 2,05 - 2,25 - 2,5
 $\frac{a \cdot 100}{L}$: 58 - 65%
 Zahl der Kammerpaare: 6 - 7 - 9
 Suturenwinkel: 47 - 48 - 50 - 53°

Vorkommen — Sehr selten, Ft a, b, Pötschbichlgraben, Kaiserwaldgraben.

BOLIVINA TONGI Cushman, 1929
 (Abb. 6, 8a, b)

* *Bolivina tongi* CUSHMAN, new species - CUSHMAN, 1929, S. 93, Taf. 13, Fig. 29a, b (?Oligozän, ?Miozän, Venezuela); *Bolivina tongi* CUSHMAN - NUTTALL, 1932, S. 21, Taf. 5, Fig. 4, (Alazan Clay, Un-

teroligozän, Mexiko); CUSHMAN, 1937, S. 92, Taf. 12, Fig. 7a, b (Oligozän, viele Lok.); CUSHMAN & TODD, 1945, S. 46, Taf. 2, Fig. 18 (Miozän, Jamaica).

Beschreibung — Das ziemlich dicke Gehäuse ist zungenförmig, mit schwach divergierenden Seiten, einem breit gerundeten Anfangsteil und etwas zugespitzten Endteil. Die größte Breite liegt im Bereich des unteren Teils des letzten Kammerpaares. Der Querschnitt ist abgeflacht oval. Die Gehäusemitte kann schwach eingesenkt sein. Die Kammern sind im jüngeren Gehäuseteil etwas aufgeblasen. Die Peripherie ist abgestutzt bis breit gerundet. Die ziemlich hohen Kammern sind an ihrer Unterseite in jeweils einen, flachen, scharfwinkeligen Lobus ausgezogen, der der Suture ein charakteristisches, geknicktes Aussehen verleiht. Die fein perforierte Gehäusewand erscheint etwas rau. Das Gehäuse ist in seinem peripheren Teil mit einigen scharfen, ziemlich hohen Rippen verziert. Über dem letzten Kammerpaar werden die Rippen zahlreicher und feiner. Die Mündung ist groß, länglich-oval, von einem feinen Saum aus hyaliner Substanz eingefasst.

Beziehungen — Das vorliegende Material läßt sich ausgezeichnet mit der Neuabbildung des Holotyps durch Cushman, 1937, vergleichen. Ähnlich ist noch *B. quadricostata* Cushman & Mc Glamery, 1937 (siehe Cushman, 1937, S. 71, Taf. 8, Fig. 23a, b) aus dem Byram Marl, Alabama, die sich durch aufgeblasenere Kammern, einen unterschiedlichen Kammerbau und größere Breitenzunahme auszeichnet.

Maße des abgebildeten Exemplares:

Länge: 0,275 mm

Breite: 0,130 mm

Dicke: 0,085 mm

L:B-Index: 2,13

B:D-Index: 1,55

$\frac{a \cdot 100}{L} = 67\%$

Zahl der Kammerpaare: 5

Proloculus Ø: 30µ

Vorkommen — Ft b, sehr selten.

Die *Bolivina vaceki* - Gruppe

Diese Gruppe ist vor allem durch ihren Kammerbau charakterisiert: Je ein innerer, endständiger Lobus, reicht beidseitig über die vorhergehende Kammer herab. Je ein kleinerer, mittelständiger Lobus kann ausgebildet sein, äußert sich aber meist nur durch leichte Wellung der Basalkante. Die Kammern sind länger als hoch, meist sehr schmal. Die Suturen erscheinen limbat, können erhaben oder sekundär verdickt sein.



Abb. 14

Bolivina vaceki bavarica Lühr; (Pr. R 25) Reit im Winkl, Hypotypoid Prot. 2489; (aufgehellt in Durch- und Auflicht gezeichnet). Das Kammerlumen ist deutlich zu erkennen. 100 x.

Charakteristisch für die Bolivinen dieser Gruppe ist ferner ein Rand- und Mittelkiel sowie eine feine unregelmäßige Streifung. Diese Merkmale unterliegen jedoch starker Variation.

Um die Phylogenie dieser Gruppe besser zu überblicken, wurden neben Populationen aus den Häringer Schichten auch solche aus dem Eozän des Beckens von Reichenhall und Salzburg sowie anderer Gebiete vermessen und vergleichend betrachtet. Die Gruppe ist ab Eozän bekannt und auch in rezenten Vorkommen noch vorhanden. Durch Betonung des einen oder anderen morphologischen

Merkmals gliedert sie sich im Laufe ihrer Entwicklung stark auf. Im Miozän läßt sich die *B. fastigia*- sowie die *B. dilatata*-Gruppe (vgl. Cicha & Zapletalova, 1963) von ihr abgeleitet denken, im Pliozän die *B. aenariensis*-Gruppe und rezent vor allem die *B. argentea*- und *B. spissa*-Gruppe (siehe Lutze, 1962, 1964).

Die artlichen und unterartlichen Unterschiede innerhalb der Gruppe liegen meistens in den Proportionen der Gehäuse, ihrer äußeren Gestalt und — untergeordnet — der Skulptur. Da die *B. vaceki*-Gruppe im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit steht, war es wichtig, die nomenklatorischen Verhältnisse der namengebenden Art zu untersuchen.

Der Holotyp von *B. vaceki* Schubert war in der Sammlung der Geologischen Bundesanstalt Wien aufbewahrt, die während des Krieges stark beschädigt wurde. Ein Großteil der Typen der Arbeit von Schubert 1902 wurde dabei vernichtet, unter ihnen offensichtlich auch der Holotyp von *B. vaceki*.

Herr Prof. Dr. R. Sieber von der Geologischen Bundesanstalt war so freundlich, mir das verbliebene Material zur Arbeit von Schubert 1902 zu schicken. Der einzige Holotyp unter den 16 Arten und Unterarten ist *Cristellaria cumulicostata* Gümbel var. *spinata* Schubert (1902, S. 24, Taf. 1. Fig. 34) von Cologna/Gardasee, Oberitalien. Daneben sind folgende Hypotypen erhalten (Bestimmungen und Schreibweise nach Schubert. B = Bolognano, C = Cologna):

<i>Textularia</i> cf. <i>inconspicua</i> Brady	B.
<i>Textularia</i> cf. <i>folium</i> J. & P.	B.
<i>Trigenerina haeringensis</i> Gümb.	B.
<i>Bigenerina digitata</i> d'Orb.	C.
<i>Nodosaria beyrichi</i> Neug.	B.
<i>Nodosaria resuspinata</i> Gümb.	B.
<i>Dentalina acuticauda</i> Reuss	C.
<i>Dentalina mucronata</i> Neug.	C.
<i>Dentalina semilaevis</i> Hantk.	B.
<i>Dentalina spinescens</i> Reuss	C.
<i>Marginulina behmi</i> Reuss	B.
<i>Nubecularia tibia</i> J. & P.	C.
<i>Cristellaria acutimargo</i> Reuss	B.
<i>Cristellaria kochi</i> Reuss	C.
<i>Globigerina bulloides</i> var. <i>triloba</i> Reuss	C. und B.

Keine dieser Arten läßt eine altersmäßige Einstufung der Proben zu. Die zwei in einem Glasröhrchen aufgehobenen Exemplare von *Globigerina* sind artlich sicher verschieden und zudem schlecht erhalten. Selbst wenn man das eine Gehäuse als *Globigerinoides trilobus* (Reuss) bestimmen könnte, wäre nicht mehr zu klären, zu welcher Fauna es gehörte. Es muß also vorerst offen bleiben, welches Alter die Typschicht von *B. vaceki* hatte. In Frage kommen Obereozän bis vermutlich Unteroligozän dieses Gebietes. An der von Schubert angegebenen Stelle war 1953 nichts mehr aufgeschlossen (siehe Hagn, 1956, S. 97).

Keine der vorliegenden Proben aus dem Gebiet am Nordende des Garda-Sees enthält eine Mikrofauna, die sich mit der von Schubert beschriebenen vergleichen ließe.

Der hohe Prozentsatz an « kieseligen », niederen, bandförmigen Sandschalern sowie der geringe Anteil pelagischer, kalkiger Formen an der Fauna von Cologna (Schubert, 1902, S. 10) erlauben keine Gleichsetzung mit den bisher von Varignano und vom Monte Brione bekannten Faunen (Hagn, 1956). Es konnten in den erwähnten Faunen auch keine Bolivinen gefunden werden, die vorbehaltlos zu der Nominatunterart zu stellen wären. Da auch im Reichenhaller Becken (s. S. 115) seltenere, schmale (*B. vaceki vaceki*) und häufigere breitere (*B. vaceki glabra*) Bolivinen dieser Gruppe meist in getrennten Populationen desselben Gebietes vorkommen, ist es nicht verwunderlich, wenn aus Varignano bisher nur *B. vaceki glabra* (Hagn, 1956, S. 148) bekannt ist.

Die Bolivinen der *B. vaceki*-Gruppe aus den Mergeln des Monte Brione (siehe Hagn, 1956, S. 148) haben eine kaum zu erkennende Skulptur, auch sind sie viel dicker als die von Schubert abgebildete Form. Deshalb scheint mir der Typ von *B. vaceki*, dessen Hauptkennungsmerkmal nach Schubert gerade die feine Streifung sein soll, auch nicht diesem Material zu entsprechen, das sich seinerseits *B. vaceki bavarica* zuordnen läßt. Ein Neotyp kann also vorerst nicht aufgestellt werden. Die Art ist aber durch Ab-

bildung und Beschreibung von Schubert recht gut definiert. Der Hinweis, es handle sich bei dem abgebildeten Exemplar um eines der breiteren Gehäuse, läßt auf eine im allgemeinen schmale Form schließen. Der typische Kammerbau ist in der Abbildung eindeutig zu erkennen. Eine endgültige Klärung dieser nomenklatorischen Frage ist nur durch Wiederentdeckung und Auswertung der Original-Lokalität von Schubert bei Cologna zu erreichen.

Bis dahin sei diese Art im Sinne von Hagn (1954, S. 17, Taf. 3, Fig. 11) angewendet. Diese Auffassung scheint der Abbildung und Beschreibung Schubert's in jeder Form gerecht zu werden.

BOLIVINA VACEKI VACEKI Schubert, 1902
(Abb. 15, 1-6)

* *Bolivina vaceki* n. sp. — SCHUBERT, 1902, S. 25, Taf. 1, Fig. 29 (« Unteroligozän », Cologna, Gardasee, Oberitalien).

Bolivina vaceki SCHUBERT - CUSHMAN, 1937, S. 57, Taf. 8, Fig. 5 (reproduziert nach Schubert); v HAGN, 1954, S. 17, Taf. 3, Fig. 11 (Mittel- bis Obereozän, Stockletten, Helvetikum, Obb.); v GOHRBANDT, 1962, S. 78, Taf. 3, Fig. 3a, b (Obereozän, Bruderndorf, Niederösterreich).

? *Bolivina aenariensis* (COSTA) - DE WITT PUYT, 1941, S. 64, Taf. 1 Fig. 36 (Eozän, Hercegovina).

Bolivina antegressa sp. n. - SUBBOTINA, 1953, S. 226, Taf. 10, Fig. 11-16 (Obereozän, Unteroligozän, Kaukasus, Krim); siehe hier auch ältere russische Synonymie.

v *Bolivina vaceki antegressa* SUBBOTINA - HAGN, 1960, S. 154 (Unteroligozän, Häring/Tirol).

Material — 279 vermessene Gehäuse.

Beschreibung — Diese Art ist in neuerer Zeit von Subbotina, 1953 (als *B. antegressa*) und von Hagn, 1954 gut beschrieben worden. Ihre Hauptmerkmale sind: schmales, zungenförmiges, sehr flaches Gehäuse, ± deutlicher Kiel, scharfe Mittellinie und feine Rippen-Skulptur, die meist auf den

älteren Gehäuseteil beschränkt ist. Die Kammerform entspricht der der Gruppe (s. S. 112).

Die Höhenzunahme der Kammern während der Ontogenie ist stärker als bei *B. vaceki glabra*. Die limbaten Suturen sind verhältnismäßig gerade und können schwach eingesenkt, eben mit der Oberfläche oder — zumindest im Bereich der Gehäusemitte — etwas erhaben sein. Der Generationsdimorphismus ist deutlich erkennbar, hat aber keinen sehr großen Einfluß auf die Gehäusegestalt.

Wenn *B. vaceki vaceki* und *B. vaceki glabra* zusammen in einer Probe vorkommen, ist es schwer zu entscheiden, welche B-Formen zur einen oder zur anderen Unterart gehören.

Die Nominat-Unterart verändert sich im Laufe des betrachteten Zeitraumes nicht, soweit das spärliche Material diesen Schluß zuläßt.

Beziehungen — Die Nominat-Unterart steht vermittelnd zwischen zwei weiteren Unterarten: Die schmale Form und das meist etwas größere Gehäuse unterscheiden sie von *B. vaceki glabra*; ihre flache Form ist der Hauptunterschied zu *B. vaceki bavarica*. Der Holotyp von *B. antegressa* Subbotina zeigt gegenüber *B. vaceki* keinerlei spezifische Unterschiede (der Holotyp von *B. vaceki* ist eine B-Form, der von *B. antegressa* eine A-Form). Die Streifung, das schmale, sehr flache Gehäuse sowie Mittel- und Seitenkiel entsprechen sich bei beiden Arten. Deshalb halte ich *B. antegressa* für ein jüngeres Synonym von *B. vaceki*. Bei der Beschreibung gibt Subbotina (S. 228) auch dickere, weniger stark gekielte Gehäuse aus dem Oligozän an, die wohl *B. vaceki bavarica* entsprechen.

Im amerikanischen Raum entspricht diese Art recht gut der Form, die Bandy (1949, S. 129, Taf. 24, Fig. 8, 9) als *B. striatellata* n. n. beschrieben hat und die meist in diesem Sinne gebraucht wird (z.B. Bolli, 1951, S. 112, Stadschiefer, Schweiz). Bandy hat den neuen Namen für *B. jacksonensis striatella* Cushman & Applin (siehe

Cushman, 1937, S. 58, Taf. 7, Fig. 19 - 21) aufgestellt, die von ihm abgebildeten Exemplare scheinen aber nicht der ursprünglichen Fassung der Unterart zu entsprechen.

B. tectiformis Cushman (siehe Cushman, 1937, S. 67, Taf. 8, Fig. 12 - 14) ist nahe mit *B. vaceki* verwandt und entspricht ihr weitgehend in Kammerform, flachem Gehäuse und Skulptur. Eine eventuelle artliche Gleichsetzung müßte nach genauer Untersuchung an Originalmaterial unter Berücksichtigung der nah verwandten Formen des amerikanischen Bereichs diskutiert werden.

B. aenariensis (Costa) (siehe Cushman, 1937, S. 105, Taf. 12, Fig. 21 - 26) aus dem Pliozän Italiens sowie die rezenten *B. subaenariensis* Cushman (siehe Cushman, 1937, S. 155, Taf. 18, Fig. 26 - 28) und *B. argentea* Cushman (siehe Cushman, 1937, S. 140, Taf. 19, Fig. 7-10) sind jüngere Vertreter dieser Gruppe.

Auf die nomenklatorischen und taxonomischen Verhältnisse von *B. vaceki* wird auf S. 113 und S. 128 eingegangen.

Die Maße der vermessenen Populationen siehe Diagramm II, Reihe 3, 4; Diagramm III, Reihe 2, 5, 6.

Maße des Holotyps (nach Abb.):

L: 0,75 mm, B: 0,36 mm
D: 0,08 mm, B-Form

Hypotypoid von Hagn (1954):

L: 0,587 mm, B: 0,237 mm
D: 0,105 mm, A-Form

B. antegressa (Holotyp noch Abb.):

L: 0,585 mm, B: 0,275 mm
D: 0,1 mm, A-Form

Vorkommen — Die Unterart ist besonders im Obereozän und Mitteleozän der europäischen (alpinen) Tethys verbreitet. Sie kommt in meinem Material nie sehr häufig vor. Noch seltener und nur in wenigen Proben nachweisbar erscheint sie im Oligozän der Häringer Schichten (Ft c' und « Untere Zementmergel » von Häring) (vgl. Diagramm II, Reihe 3, 4).

Diese Unterart ist schwer einem bestimmten Biotop zuzuordnen. In Häring tritt sie

in rein litoralen Sedimenten auf. Im Obereozän des Reichenhaller Beckens kommt sie meist mit $\pm$ reichen pelagischen Faunen zusammen vor. Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. K. Gohrbandt, stammen die von ihm beschriebenen Exemplare ebenfalls aus stark litoralen Sedimenten.

BOLIVINA VACEKI GLABRA Hagn, 1954 (Abb. 16, 3-7)

v * *Bolivina vaceki* SCHUBERT subsp. *glabra* HAGN n. subsp. - HAGN, 1954, S. 17, Taf. 3, Fig. 12 (Eozän, Helvetikum, Obb.).

v *Bolivina vaceki* SCHUBERT *glabra* HAGN - HAGN, 1956, S. 148 (Obereozän, Led, Varignano, Oberitalien).

Bolivina antegressa SUBBOTINA var. *costifera* var. n. - KRAJEVA, 1961, S. 52, Taf. 5, Fig. 9a, b (Obereozän, Vorschwarzmeersenk, Ukraine).

Bolivina antegressa SUBBOTINA var. *costifera* KRAEVA - KAPTARENKO - TSCHERNOUSOVA u.a., 1963, S. 168, Taf. 42, Fig. 11a, b (Obereozän, Ukraine).

Bolivina vaceki SCHUBERT - ECKERT, 1963, S. 1045, Textabb. 22 (Obereozän, Helvetikum, Schweiz).

Material — Zusammen mit *B. vaceki* cf. *attenuata*: 859 vermessene Exemplare.

Bemerkungen — Diese *Bolivina* unterscheidet sich von der Nominat-Unterart vor allem durch ihre gedrungene Form. Die sehr flachen, zerbrechlichen, durchscheinenden Gehäuse lassen die immer vorhandene, feine Streifung kaum erkennen. Bei gröberer oder pyritisierter Erhaltung tritt sie aber deutlich hervor. Eine klare Grenze zu *B. vaceki vaceki* ist nur schwer zu ziehen, es finden sich alle Übergangsformen. Die unterartliche Abtrennung wird aufrecht erhalten, weil offensichtlich *B. vaceki glabra* und *B. vaceki vaceki* kaum zusammen vorkommen (vgl. Hagn, 1954, S. 18). Wenn sie dennoch zusammen in einer Probe gefunden werden, bilden sich bei der biometrischen Auswertung deutlich zweigipfelige Kurven (z. B.

Pr. 45, Diagramm III, Reihe 2; Pr. 244, Reihe 7).

B. vaceki glabra wird im betrachteten Zeitraum größer (Diagramm III). In den oberen Horizonten des *Reichenhaller Beckens*, besonders im Liegenden des Wartberg- und im Liegenden und im Hangenden des Plainberg-Sandsteines, sind Populationen mit großwüchsigen, extrem breiten Gehäusen, meist stärker skulptiert, häufig (siehe *B. vaceki cf. attenuata*).

Beziehungen — *Bolivina antegressa* var. *costifera* Krajeva scheint in allen Punkten *B. vaceki glabra* zu entsprechen, soweit aus der Literatur zu ersehen ist. Ich halte sie daher für ein jüngeres Synonym von *B. vaceki glabra* Hagn. Der Name *B. antegressa costifera* ist außerdem aus zwei Gründen invalid: 1. da er bereits durch *B. mississippiensis costifera* Cushman 1936 (s. S. 126) besetzt ist; 2. da der Name nach 1960 ausdrücklich für eine Varietät aufgestellt wurde, also nach den Internationalen Regeln der Zoologischen Nomenklatur (Art. 15, 45 e) der Name nicht verfügbar ist bzw. infrasubspezifischen Rang hat.

Maße des Holotyps: L: 0,4 mm B: 0,175 mm, D: 0,07 mm.

Vorkommen — Mittel- bis Obereozän, Becken von Reichenhall, Helvetikum, Globigerinenschichten von Varignano/Ober-

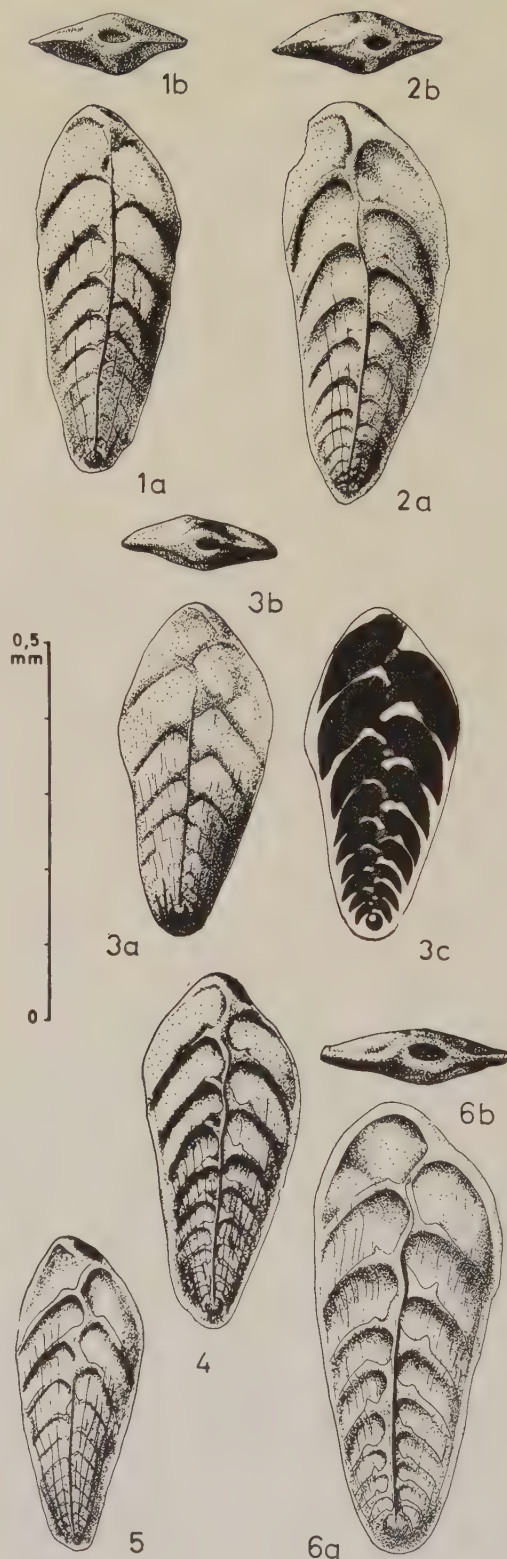


Abb. 15

Bolivina vaceki vaceki Schubert.

1a, b: Hypotypoid Prot. 2467, (Pr. Slgs. Nr. 1324) Häring, Tirol, Oligozän.

2a, b: Hypotypoid Prot. 2468, (Pr. H (44)) Häring, Tirol, Oligozän; B-Form.

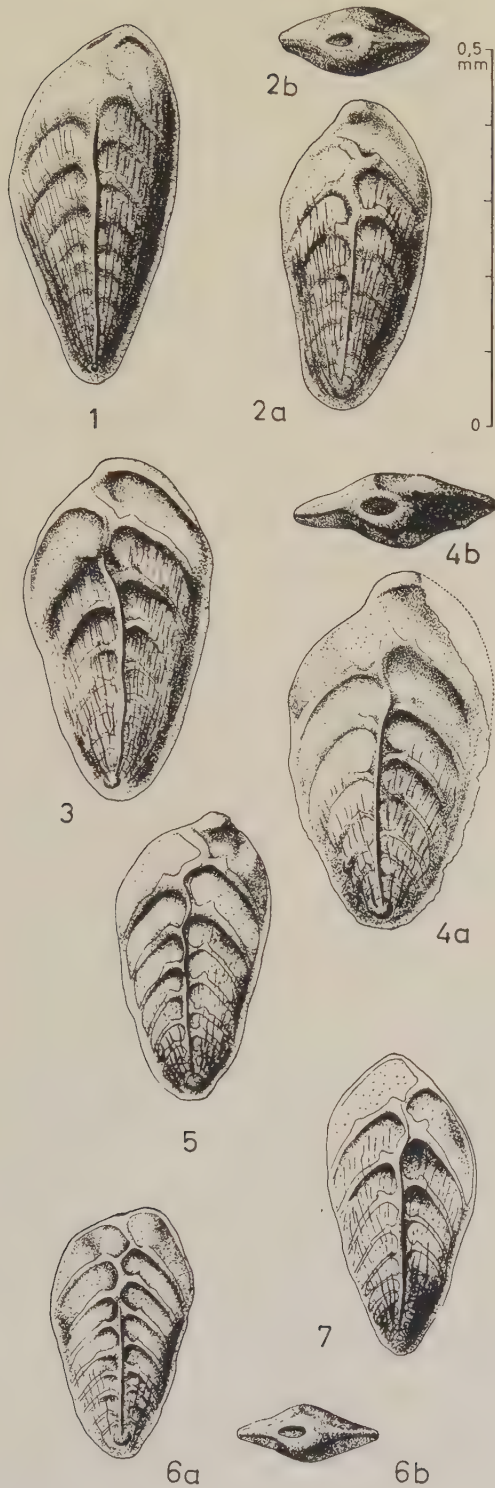
3a-c: Hypotypoid Prot. 2466, (Pr. 244) Becken von Reichenhall, Obereozän.

4: Hypotypoid Prot. 2463, (Pr. 245) Becken von Reichenhall, Obereozän.

5: Hypotypoid Prot. 2465, (Pr. 45), Becken von Reichenhall, Obereozän; B-Form.

6a, b: Hypotypoid Prot. 2464, (Pr., 245) Becken von Reichenhall, Obereozän; besonders großes Exemplar.

Vergrößerung für alle Figuren: 100 x.



italien. Im Becken von Reichenhall ist sie anfangs sehr selten, in höheren Profiltteilen bei unveränderter Fazies dagegen meist häufig.

BOLIVINA VACEKI cf. *ATTENUATA*

Cushman, 1926

(Abb. 17a, b)

cf. *Bolivina attenuata* CUSHMAN n. sp. - CUSHMAN, 1926, S. 30, Taf. 4, Fig. 4 (Obereozän, Nordamerika).

Beschreibung — Gehäuse sehr breit, stark zusammengedrückt, Suturen limbat, stark gebogen, manchmal etwas erhaben. Peripherie stumpf gekielt, deutlicher Mittelkiel. Die Kammerform entspricht der der Nominat-Unterart.

Die Skulpturintensität kann variieren, meist ist der Anfangsteil mit feinen (selten gröberen), wollartig ungeordneten Rippchen versehen. Nach oben sind nur noch feine Streifen vorhanden, wie bei *B. vaceki vaceki*. Die jüngsten Kammern sind meist glatt. In einigen Fällen treten auch fast völlig glatte Gehäuse auf (z.B. Pr. 51, Diagramm III, Reihe 8), die extrem großwüchsig sind.

Abb. 16

- 1, 2a, b: *Bolivina vaceki bavarica* Lühr, (Pr. 158) Becken von Reichenhall, Obereozän; Hypotypoide: 1: Prot. 2476 (B-Form), 2: Prot. 2475 (zu S. 120).
- 3-7: *Bolivina vaceki glabra* Hagn, Becken von Reichenhall, Eozän.
- 3: Hypotypoid Prot. 2472, (Pr. 244), Obereozän.
- 4a, b: Hypotypoid Prot. 2473, (Pr. 244), Obereozän.
- 5: Hypotypoid Prot. 2470, (Pr. 242), Obereozän.
- 6a, b: Hypotypoid Prot. 2469, (Pr. 194), ob. Mitteleozän.
- 7: Hypotypoid Prot. 2471, (Pr. 242), Obereozän, B-Form.

Vergrößerung für alle Figuren: 100 x.

Bemerkungen — In den Proben aus den Reichenhaller Profilen kommt diese Unterart meist zusammen mit *B. vaceki glabra* vor.



Abb. 17

Bolivina vaceki cf. *attenuata* Cushman, Hypotypoid Prot. 2474, (Pr. 244) Becken von Reichenhall, Obereozän, 100 x.

Sie kann dann als deren Extremform aufgefaßt werden (s. Diagramm III, Reihe 6; Abb. 16, 3, 4; Abb. 17). In einigen Proben

dagegen tritt sie fast allein auf. Diese Populationen lassen sich dann von « normalen » Populationen von *B. vaceki glabra* unterscheiden. Obwohl also diese Form im zoologischen Sinne wohl kaum als selbständige Unterart anzusprechen ist, soll sie hier doch zu Verständigungszwecken nomenklatorisch abgetrennt werden.

Beziehungen — Mit der amerikanischen Art *B. attenuata* stimmt sie nach Beschreibung und Abbildung gut überein, doch ist diese Art nicht aus dem Zusammenhang ihrer Formengruppe herauszunehmen und einer europäischen zuzuordnen, ohne die Identität beider Gruppen biometrisch und stratigraphisch nachgewiesen zu haben.

Die von Cushman (1937, S. 60, Taf. 7, Fig. 27) angegebenen Maße ($L = 0,4$ mm, $B = 0,4$ mm) entsprechen nicht der Abbildung des Holotyps: $L = 0,465$ mm, $B = 0,355$ mm.

Die Maße sind aus Diagramm III, Reihe 8 und 9 zu entnehmen.

Vorkommen — Obereozän, Becken von Reichenhall und Salzburg. Besonders in den höheren Teilen der Profile: Untersberg W-Seite, Untersberg NW-Fuß, Untersberg NE-Fuß (vgl. v. Hillebrandt, 1962, S. 345) meist häufig.

Abb. 18

Bolivina vaceki bavarica Lühr; Oligozän.

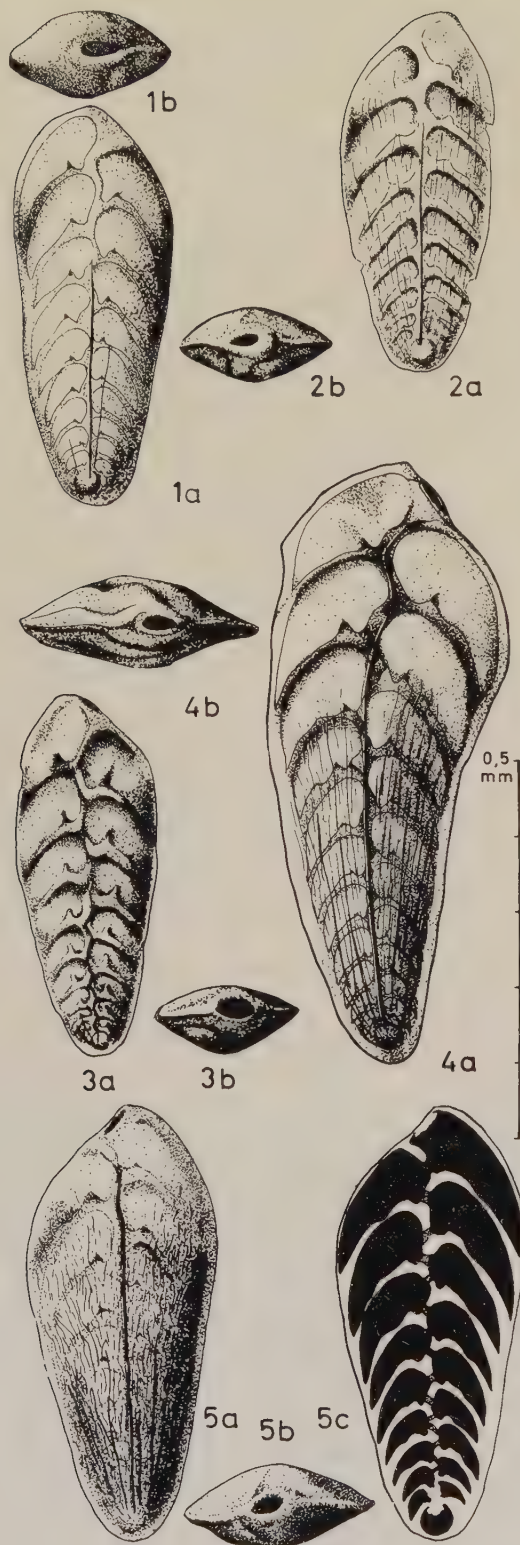
- 1a, b: Hypotypoid Prot. 2486, (Pr. R 6), Reit im Winkl, B-Form.
- 2a, b: » » 2490, (Pr. R 9) Reit im Winkl.
- 3a, b: » » 2491, (Pr. H (37)) Häring, durchschnittliche Form.
- 4a, b: » » 2492, (Pr. H (37)) Häring, großes Gehäuse.
- 5: » » 2487, (Pr. R 6) Reit im Winkl, B-Form.
- 6a, b: » » 2484, (Pr. R 6) Reit im Winkl, durchschnittliche Form.
- 7a, b: Paratypoid Prot. 2477, (Pr. H (40)) Häring.
- 8a, b: Hypotypoid Prot. 2482, (Pr. R 5) Reit im Winkl, durchschnittliche Form.
- 9a, b: » » 2485, (Pr. R 6) Reit im Winkl, größeres Gehäuse.
- 10a, b: » » 2481, (Pr. R 4) Reit im Winkl.
- 11a, b: » » 2480, (Pr. R 4) Reit im Winkl, durchschnittliche Form.
- 12a, b: » » 2479, (Pr. K 29) Kaiserwald, durchschnittliche Form.

Durchschnittliche Formen entsprechen den Kurvenmaxima der Populationen aus den angegebenen Proben (vgl. Diagramm II).

Vergrößerung für alle Figuren: 100 x.



Abb. 18



BOLIVINA VACEKI BAVARICA Lühr, 1962 2)
(Abb. 14a, b; Abb. 16, 1, 2; Abb. 18, 1-12;
Abb. 19, 1, 2, 4, 5; Abb. 21)

v* *Bolivina striatocarinata* CUSHMAN *bavarica*
n. ssp. - LÜHR, S. 135, Taf. 5, Fig. 1,
Textabb. 8 (Unteroligozän, Häring/Tirol).

v *Bolivina vaceki* SCHUBERT *antegressa* SUB-
BOTINA - LÜHR, 1962, [pars] S. 136, Taf.
4, Fig. 35, Textabb. 9 (Unteroligozän,
Häring/Tirol).

Bolivina antegressa SUBBOTINA - POKORNY,
1960, S. 1110 (braune Pausramer Mer-
gel, Unteroligozän, Pouzdrany, Mähren
CSSR).

Material — 2872 vermessene Gehäuse.

2) Die Original-Diagnose dieser Unterart lautet
(zitiert nach Lühr, 1962, S. 135, Taf. 5, Fig. 1;
Abb. 8): « *Bolivina striatocarinata* Cushman *bavarica*
n. ssp.; Namengebung: *bavaricus*, a, um = (lat.)
bayerisch; nach ihrem ersten Vorkommen aus den
Bayerischen Alpen (Reit i. Winkl). Holotypus: Slg.
München Prot 2104. Locus typicus: Großer Berg-
peterl-Bruch, SE-Häring. Stratum typicum: Mittleres
Unteroligozän, Faunen-Bereich B, Lithothamnien-
kalk.

Diagnose: Eine neue Unterart der Art *Bolivina*
striatocarinata Cushman (1936, S. 51, Taf. 7, Fig.
14a-b) mit folgenden Besonderheiten: Gehäuse
breit lanzettförmig mit schwach-kantigem Rand und
meist dick elliptischem Querschnitt; Verzierung
durch dünne Längsleistchen ».

Abb. 19

1a, b: *Bolivina vaceki bavarica* Lühr, (Pr. KB 3)
Nord-Slowenien, Oligozän, Hypotypoid Prot.
2493 (zu S. 142).

2a, b: *B. vaceki bavarica* Lühr, (Pr. 5) Kleinzeller
Tegel, Ungarn, Oligozän, Hypotypoid Prot.
2494 (zu S. 142).

3a, b: *B. cf. koessenensis* n. sp., (Pr. I) Kleinzeller
Tegel, Ungarn, Oligozän, Hypotypoid Prot.
2507 (zu S. 142).

4a, b: *B. vaceki bavarica* Lühr, (Pr. K 30), Kaiser-
wald, Hypotypoid Prot. 2479; besonders
große A-Form.

5a-c: *B. vaceki bavarica* Lühr, (Pr. R5) Reit im
Winkl, Hypotypoid Prot. 2483.

Vergrößerung für alle Figuren: 100 x.

Beschreibung — Das lanzett- bis zungenförmige, wechselnd schmale Gehäuse hat einen $\pm$ dick-ovalen Querschnitt. Die Peripherie ist gekantet oder gekielt, ein Mittelkiel ist meist deutlich ausgebildet. Die Oberfläche des Gehäuses ist mit feinen unregelmäßigen, sich fein verzweigenden Rippchen bedeckt, die meist das letzte Kammerpaar freilassen. Die Mündung ist eine hohe, tropfenförmige Öffnung an der Basis der letzten Kammer, von einem Wulst umgeben, der in den Kiel übergeht. Der Kammerbau entspricht der in der Gruppendiagnose (S. 112) beschriebenen Form. Abb. 14 sowie Abb. 19, 5 (Durchlicht) und Abb. 19, 4 zeigen Exemplare, die in Aufhellungsmittel gezeichnet ihre Kammerform besonders gut erkennen lassen. Die Mündungen alternieren deutlich im Sinne einer Spirale mit 2 Kammern pro Umgang.

Die limbaten Suturen sind schwach gebogen. Sie können von der Skulptur fast verdeckt, eben mit der Gehäuseoberfläche (Abb. 18, 7 und 11), schwach eingesenkt (Abb. 18, 8; Abb. 19, 4 und 5) oder etwas erhaben sein (Abb. 18, 2 und 3; Abb. 19, 2).

Die Teile der Suture in der Gehäusemitte, im Bereich der Kammerloben, sind meist etwas hyalin verdickt. Sie können sich dabei mit dem Mittelkiel im jüngeren Gehäuseeteil zu einem breiten, hyalinen Zickzackband vereinigen (Abb. 18, 5).

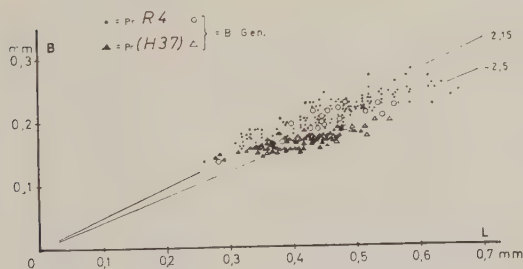


Abb. 20

L:B-Diagramm; zwei Populationen von *B. vaceki bavarica* Lühr aus tiefen (Pr. R4) und höheren (Pr. H 37) Profiteilen.

Diese Unterart zeigt deutlich ausgeprägten Dimorphismus, der sich auch auf die

Gehäusegestalt auswirkt. Die A-Formen, mit großen Proloculi und wenig Kammern sind meist breiter, gedrungener, mit breitgerundeten Anfangsteilen (z.B. Abb. 18, 8).

Die B-Formen haben spitz zulaufende Anfangsteile, sind meist schmäler, haben deutlich kleinere Proloculi und wesentlich mehr Kammern als die A-Form (z.B. Abb. 18, 5 und 3).

Das Mengenverhältnis der A- zur B-Form ist vom Biotop abhängig (s. S. 150). Auch der Grad der morphologischen Unterscheidbarkeit beider Generationsformen scheint ökologisch beeinflussbar zu sein. Je mehr B-Formen in einer Population auftreten, umso geringer werden ihre morphologischen Unterschiede zur A-Form.

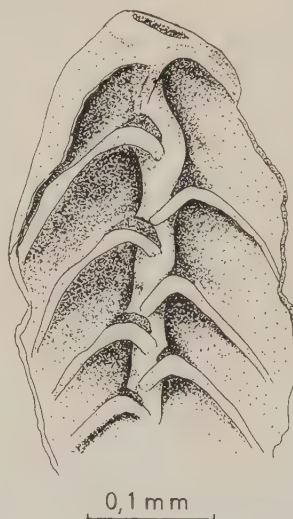


Abb. 21

Bau der Zahnplatten von *B. vaceki bavarica* Lühr (aufgebrochenes Gehäuse); Hypotypoid Prot. 2488, (Pr. R6), Reit im Winkl.

Abb. 21 zeigt ein aufgebrochenes, luftgefülltes Gehäuse, bei dem man den Bau und Verlauf der Zahnplatten erkennen kann.

Bemerkungen — Dieser Form wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit große Aufmerksamkeit gewidmet. Mit biometrischen Methoden wurde ihr Verhalten in Zeit und Raum untersucht (vgl. Kapitel Biometrie).

Die **Kenntnis** dieser Unterart geht auf Hagn zurück, der sie 1953 (S. 337) als

B. striatocarinata Cushman aus Reit im Winkl bestimmte. 1960 (S. 155) ging Hagn nochmals auf diese Form ein, diesmal von Häring, die er der *B. striatocarinata*-Gruppe zuordnete. Er erwähnte ihre nahe Verwandtschaft mit *B. vaceki antegressa* Subbotina und hielt eine Bedeutung dieser *Bolivina* bei feinstratigraphischen Untersuchungen für gegeben.

Lühr (1962, l.c.) stellte die neue Unterart *B. striatocarinata bavarica* auf, unter der er vor allem die im Bereich des Lithothamnienkalkes vorkommende, extrem dicke Ausbildung dieses Formentyps verstand. Die nicht so extremen Gehäuse dieses Typs in den höheren Profilabschnitten vereinigte er mit den in den « Unteren Zementmergeln » auftretenden *B. vaceki vaceki* (s. S. 114) unter dem Namen *B. vaceki antegressa* Subbotina (Lühr, 1962, S. 136).

Aufgrund meiner Untersuchungen konnte ich die Fassung dieser Unterart erweitern und ihr auch die ökologischen Varianten zuordnen.

B. vaceki bavarica ist faziell in gewissen Grenzen anpassungsfähig. Der Holotyp stammt aus dem stark kalkübersättigten

Bereich des Lithothamnienkalks; die Meerestiefe war sicherlich nicht sehr groß. Unter anderen ökologischen Bedingungen ist die Unterart nicht so extrem dick, meist stärker gekielt, mit besser betonten Suturen. In Proben, deren Fauna auf eine Ablagerung in tieferen Meeresbereichen schließen läßt, ist *B. vaceki bavarica* besonders schmal und kann den Kiel fast ganz verlieren (Abb. 18, 3 und 4). Es entstehen dabei Formen, die *B. koessenensis* n. sp. sehr ähnlich sein können.

Die Skulpturintensität kann variieren. In stark kalkigen Mergeln ist sie meist sehr ausgeprägt (Abb. 18, 7), in mehr tonigen Sedimenten ist sie oft auf ganz wenige Streifen reduziert (Abb. 14, S. 112).

Beziehungen — Der Unterschied zu *B. vaceki vaceki* liegt in dem dickeren Gehäuse, der meist rauheren, deutlicher skulptierten Oberfläche, durchschnittlich größeren Gehäusen und mehr Kammern (vgl. Bestimmungs-Schlüssel Abb. 27). Für *B. vaceki glabra* gilt dasselbe, doch ist diese meist auch noch breiter. *B. koessenensis* ist kleiner, schmaler, hat mehr Kammern und kleineren Proloculus.

Von den amerikanischen Arten hat wieder

Abb. 22

Bolivina koessenensis n. sp.

- 1: Paratypoid Prot. 2503, Pr. R 22) Reit im Winkl, B-Form.
- 2a, b: » » 2501, (Pr. R 21) Reit im Winkl, durchschnittliche Form.
- 3a, b: » » 2506 (Pr. S 45) westl. Hackriedgraben, durchschnittliche Form.
- 4: » » 2500, (Pr. R 18) Reit im Winkl, Extremform.
- 5a, b: » » 2497, (Pr. R 17) Reit im Winkl, ?Litoral-Form.
- 6a, b: Holotyp Prot. 2495 (Pr. R 17) Reit im Winkl, durchschnittliche Form.
- 7a, b: Paratypoid Prot. 2502 (Pr. R 22) Reit im Winkl, durchschnittliche Form.
- 8: » » 2499, (Pr. R 18) Reit im Winkl, Gehäuse mit starker Schalenverdickung, sekundäre Ausscheidung hyaliner Substanz.
- 9a, b: Paratypoid Prot. 2496 (Pr. R 17) Reit im Winkl.
- 10a, b: » » 2505, (Pr. S 40) Kohlenbach, durchschnittliche Form, litoraler Bereich.
- 11a, b: » » 2504, (Pr. S 39) Buchaugraben, litorale Form.
- 12: » » 2498, (Pr. R 6) Reit im Winkl, entspricht durchschnittlicher Form aus Pr. R 3: litoraler Bereich.

Durchschnittliche Formen entsprechen den Kurvenmaxima der Population aus den angegebenen Proben (vgl. Diagramm III).

Vergrößerung für alle Figuren: 150 x.



Abb. 22

B. tectiformis Cushman die größte Ähnlichkeit, ist aber durch das flachere Gehäuse unterschieden.

Ähnlichkeit mit dieser Unterart hat auch die von Bandy (1949, S. 129, Taf. 24, Fig. 8, 9) abgebildete *B. striatellata*, (s. S. 114), die ebenfalls wesentlich flacher ist. Subbotina (1953, S. 228) rechnete Gehäuse, die dieser Unterart entsprechen, zweifellos in die Variationsbreite von *B. antegressa*, was aus ihren Angaben über oligozäne Exemplare hervorgeht.

Die Skulptur bei Bolivinen ist ein wenig charakteristisches Artmerkmal und kann allein nicht zum Vergleich ausreichen. Es sind in der Literatur zahlreiche Bolivinen mit sehr ähnlicher Skulptur beschrieben (vgl. Hagn, 1960, S. 155, Subbotina, 1953, S. 229), die sich aber in ihrer Kammerform meist deutlich unterscheiden. Gleiches gilt auch für *B. striatocarinata* Cushman (siehe Abb. 6, 1). Zum selben Ergebnis kam auch Hagn (1960, S. 155).

Maße des Holotyps: (Slg. München, Prot. 2104):

L: 0,487 mm, B: 0,225 mm
D: 0,12 mm

abgebildeter *Paratyp* (Prot. 2477):

L: 0,5 mm, B: 0,225 mm,
D: 0,13 mm

Der Holotyp ist ein stark zerbrochenes, umkristallisiertes Gehäuse, weswegen hier der besser erhaltene *Paratyp* abgebildet wurde, der alle Merkmale des Holotyps besitzt (Abb. 18, 7a, b).

Vorkommen — Die Unterart kommt besonders in Sedimenten tieferen Wassers vor und erscheint nur ausnahmsweise in stark kalkgesättigten Flachwasserbereichen (Häring). Sie kommt auch noch in bathyalen Faunen vor, die kaum noch anderes Benthos führen. Sie wurde nie in dem offenbar für sie ungünstigen Biotop der « Fischechiefer » und « Knollenmergel » gefunden. Aus Ft a liegen mir nur 2 Exemplare vor. In Ft b und c ist sie in allen Proben sehr häufig, ebenso in Ft b'' bis d'' von Häring. Die Unterart ist mir auch aus Pouzdrany (Mähren), Bu-

dapest (Ungarn), vom Monte Brione (Oberitalien) und aus Nord-Slowenien (Kamniska Bistrica) bekannt. Diese Vorkommen werden in das Unter- und Mitteloligozän eingestuft (vgl. S. 82, 141 sowie Diagramm IV).

BOLIVINA KOESSENENSIS n. sp.
(Abb. 22, 1-12)

Holotyp — Slg. München. Prot. 2495, abgebildet: Abb. 22, 6a, b (Pr. R 17). Maße: L: 0,35 mm, B: 0,142 mm, D: 0,085 mm, A-Form.

Derivatio nominis — Nach Kössen/Tirol, in dessen Umgebung die neue Art erstmals gefunden wurde.

Locus typicus — Pötschbichlgraben, Reit im Winkl, Obb.

Stratum typicum — Unter- bis Mitteloligozän des inneralpinen Tertiärs.

Material — 1864 vermessene Gehäuse.

Diagnose — Eine neue Art der Gattung *Bolivina* d'Orbigny 1839 mit folgenden Besonderheiten:

Gehäuse langgestreckt, schmal, Peripherie gekantet bis gekielt, Querschnitt zugespitzt-oval, ± deutlicher Mittelkiel, zahlreiche niedrige Kammern mit innerem, endständigen Lobus. Suturen limbat, z.T. hyalin verdickt, die Kammerloben betonend. Eine feine Streifung bedeckt den älteren Teil des Gehäuses.

Beschreibung — Das Gehäuse ist schmal zungenförmig, im adulten Teil mit fast parallelen Seiten. Die Peripherie ist zugespitzt oder gekielt, selten abgerundet winkelig. Der Querschnitt kann auch etwas rautenförmig oder rundlich-oval sein. Die Suturen sind stark limbat, ziemlich gerade und manchmal erhaben. Sie können besonders zur Gehäusemitte hin hyalin verdickt sein. Kleine, spitze, nach oben zeigende Sutureverdickungen heben manchmal die Kammerloben hervor. Dies gibt dem Gehäuse ein charakteristisches, unverwechselbares Aussehen.

Die Kammern sind schmal und meist niedrig. Bei einigen Formen können die jüngeren Kammern stark an Höhe zunehmen (Abb. 22, 4). Die Mündung ist ziemlich

groß, von einem dünnen Wulst eingefast; die Perforierung ist fein und gleichmäßig verteilt. Die Merkmale dieser Art variieren stark. Skulptur und Mittelkiel sind qualitativ immer dieselben, quantitativ können sie abwandeln. Normal sind deutliche, aber sehr feine Rippen, besonders über dem älteren Gehäuseteil. Durch reichliche Ablagerung hyalinen Schalenmaterials kann die Skulptur « eingebettet » sein. Die Gehäuseoberfläche zwischen den Suturen erscheint dann grob gerieft (Abb. 22, 8). Gelegentlich wird die Skulptur so fein, daß sie nur mit besonderen Beleuchtungs-Effekten erkennbar ist.

Der Mittelkiel kann durchgehend und scharf sein (Abb. 22, 5 und 6), sich früher oder später in ein hyalines Zickzackband auflösen (Abb. 22, 1, 7, 12) oder von Anfang an breit hyalin verdickt sein (Abb. 22, 4 und 8).

Ähnlich weit ist die Variationsbreite des peripheren Kiels. Es spielen hier vor allem ökologische Faktoren eine besondere Rolle. In Ft a und a' (litoraler Bereich) treten flachere, breitere, schärfer gekielte Gehäuse auf (Abb. 22, 10, 11, 12) als in den typischen « Fischechiefer »-Faunen. Gelegentlich — besonders in den höchsten Proben des Profils — kann der Kiel fast völlig verschwinden (Abb. 22, 3), wobei die Gehäuse etwas breiter werden und sich morphologisch der jüngeren *B. dilatata* Reuss nähern.

Bemerkungen — Von dieser Art wurde eine große Anzahl Exemplare vermessen und die ausgewerteten Meßdaten graphisch dargestellt (Diagramm I, II, IV). Zur Diskussion der Kurven siehe Kapitel Biometrie.

Der Dimorphismus der Art ist deutlich erkennbar, wirkt sich aber morphologisch nur wenig aus. Die B-Formen sind meist nur geringfügig schmaler, haben 1 - 2 Kammerpaare mehr und etwas kleinere Proloculi als die A-Formen. In Gegensatz zu *B. vaceki* *bavarica* ist bei dieser Form eine starke morphologische Annäherung von A- und B-Form zu beobachten.

Beziehungen — Die Art ist durch ihre Kammerform nahe verwandt mit *B. vaceki*

und ihren Unterarten. Da sie sich aber aus dem Formenkreis von *B. vaceki* stark entfernt und schon zu der Gruppe von *B. dilatata* überleitet, sei sie als eigene Art ausgeschieden (vgl. S. 128). Die Herkunft dieser Art konnte ich anhand meines Materials nicht klären. Sie tritt bereits in den tiefsten Proben der oligozänen Profile auf und verändert sich nur wenig im Lauf des überschaubaren Zeitabschnittes. Im Eozän wurde sie nicht gefunden.

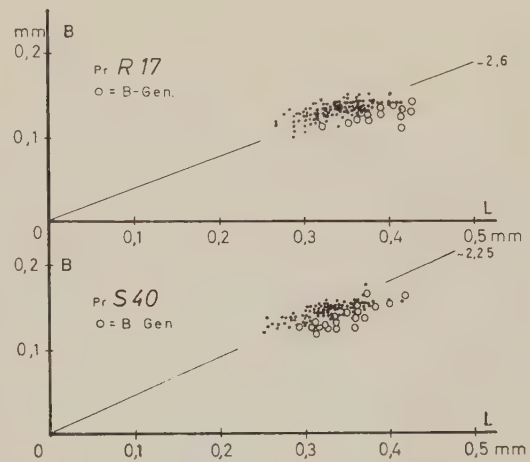


Abb. 23

L:B-Diagramme von zwei Populationen von *B. koessenensis* n. sp. aus litoraler (S 40) und « Fischechiefer »-Fazies (R 17).

Es ist sehr wahrscheinlich, daß *B. dilatata* Reuss, 1850, die besonders im europäischen Miczän weit verbreitet ist, aus der vorliegenden Form hervorgeht.

Die etwa gleichalte *B. melettica* Andreae (1884, S. 165, Taf. 11, Fig. 5) aus dem Rupel des Elsass kommt in entsprechender Fazies vor und hat entfernte Ähnlichkeit mit *B. koessenensis*. Eine Gleichsetzung beider Formen ist jedoch nicht möglich, wie ich nach Vergleich mit Topotyp-Material feststellen konnte. Der Paratypoid von *B. microlancetiformis* Subbotina (1953, S. 222, Taf. 10, Fig. 7, non Fig. 5, 6) könnte zu der beschriebenen Art gehören. Der Holotyp erlaubt keine Gleichsetzung, da er einen völlig anderen Kammerbau besitzt. Die Art

wird von Subbotina (1953, S. 223) in die Nähe von *B. oligocaenica* Spandel und *B. martini* Pijpers gestellt.

Nahe morphologische Beziehungen hat *B. koessenensis* zu den oligo-miozänen Vertretern der *B. vaceki*-Gruppe in Nordamerika: vor allem *B. mississippiensis costifera* Cushman (siehe Cushman, 1937, S. 51, Taf. 7, Fig. 15a, b und *B. costifera* Cushman bei Todd, 1952, Taf. 29, Fig. 24) aus dem Byram Marl der Vicksburg-Group ist sehr ähnlich. Die Unterschiede liegen vor allem in den höheren Kammern und der fehlenden Mittelrippe der amerikanischen Form. *B. jacksonensis striatella* Cushman & Applin (siehe Cushman, 1937, S. 58, Taf. 7, Fig. 19-21) = *B. striatellata* Bandy (1949, S. 129) hat nur entfernte Ähnlichkeit. Die von Bandy (1949, S. 129, Taf. 24, Fig. 8, 9) abgebildeten Gehäuse unterscheiden sich stark von der ursprünglichen Fassung dieser Form, die durch Cushman's Neubeschreibung und Abbildung des Holotyps 1937 bestätigt wird. *Bolivina tectiformis* Cushman wird im Zusammenhang mit *B. vaceki* näher besprochen. Die Ähnlichkeiten beruhen wieder zumeist auf den charakteristischen Gruppeneigenschaften.

Erwähnt sei noch *B. imbricata* Cushman (siehe Cushman 1937, S. 99, Taf. 10, Fig. 23) aus dem Miozän Kaliforniens, die ebenfalls dieser morphologischen Gruppe angehört.

Eine artliche Gleichsetzung bzw. nur unterartliche Trennung von *B. koessenensis* und z.B. *B. costifera* erscheint zwar nicht unmöglich, würde aber nur zu der Vermengung inkongruenter Elemente führen. Der Versuch überregionaler Korrelationen, aufgrund stark faziesgebundener benthonischer Foraminiferen hat kaum Aussicht auf Erfolg.

Die Maße der Form gehen aus den Diagrammen I, II, IV hervor.

Vorkommen — Alle Faunentypen. Besonders häufig Ft d, e, a'-e'. sehr selten Ft b, c.

Die Art ist mir auch aus etwa gleichalten Schichten Nord-Sloweniens (Hemleben, 1964, Ms.) (vgl. Diagramm IV, Reihe 11, 12) sowie aus dem Mitteloligozän der Schweizer Molasse (freundliche mündliche Mitteilung

von Herrn Frank Scherer, Bern) bekannt. Noch innerhalb der Variationsbreite liegen auch die von Hagn (1955, S. 331) als *B. cf. dilatata* bestimmten Gehäuse aus dem Mitteloligozän der ostbayerischen Molasse (siehe Diagramm IV, Reihe 13), die aber wegen einiger Abweichungen nur als *B. cf. koessenensis* geführt werden sollen. Auch eine ähnliche Form aus den Kleinzeller Tegeln Ungarns ist nicht ganz mit dieser Art zu vereinigen. Die Art ist weitgehend faziesabhängig und erreicht ihre größte Häufigkeit unter Bedingungen, die für die meisten anderen benthonischen Foraminiferen als ungünstig anzusehen sind (vgl. Kapitel Ökologie).

BOLIVINA ALPINA n. sp.

(Abb. 24, 1 - 4)

Holotyp — Slg. München Prot. 2508 abgebildet: Abb. 24, 1a, b (Pr. S 42).

Maße: L: 0,295 mm, B: 0,164 mm, D: 0,1 mm; A-Form.

Derivatio nominis — Nach ihrem Auftreten im inneralpinen Tertiär.

Locus typicus — Kohlenbach, südlich Kössen/Tirol.

Stratum typicum — Unter- bis Mitteloligozän des inneralpinen Tertiärs.

Material — über 300 Exemplare.

Diagnose — Eine neue Art der Gattung *Bolivina* d'Orbigny 1839 mit folgenden Besonderheiten:

Gehäuse klein gedrungen, rasch an Breite zunehmend, ziemlich dick; gekielte Peripherie; Mittelkiel vorhanden. Grobe unregelmäßige Berippung des älteren Gehäuseteils; das Verhältnis von L:B entspricht etwa dem von B:D. Die numerischen Werte beider Verhältnisse liegen meist zwischen 1,7 und 2,0.

Beschreibung — Die Gehäuse dieser Art zeichnen sich durch eine besonders breite, gedrungene Form aus. Die Suturen sind meist stark gebogen, die Kammerenden spitz nach unten ausgezogen. Die Suturen sind limbat, im älteren Gehäuseteil meist erhaben, zwischen den jüngeren Kammern schwach ein-

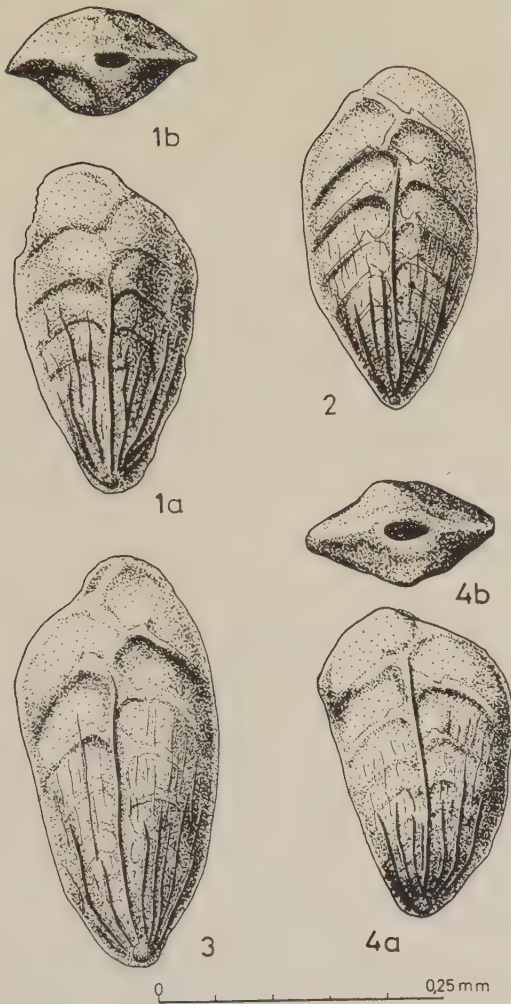


Abb. 24

Bolivina alpina n. sp.

1a, b: Holotyp Prot. 2508, (Pr. S 42) Kohlenbach, durchschnittliche Form.

2: Paratypoid Prot. 2511, (Pr. R 3) Reit im Winkl, B-Form.

3: Paratypoid Prot. 2510, (Pr. R 3) Reit im Winkl, durchschnittliche Form.

4a, b: Paratypoid Prot. 2509 (Pr. R 3) Reit im Winkl, durchschnittliche Form.

Durchschnittliche Formen entsprechen den Kurvenmaxima der Population aus den angegebenen Proben (vgl. Abb. 25).

Vergrößerung: 150 x.

gesenkt. Die Kammern haben den typischen Bauplan der *B. vaceki*-Gruppe, sind aber etwas länger und stärker gebogen. Die Ge-

häuse sind in der Mitte verhältnismäßig dick und mit deutlichem Mittelkiel versehen. Gegen den Rand zu werden sie rasch dünner und die Peripherie ist mit einem stumpfen Kiel versehen. Eine grobe Skulptur, aus 4-8 Rippen bestehend, bedeckt den unteren Gehäuseteil. Die Rippen verlaufen unregelmäßig und verzweigen sich manchmal. Sie konvergieren zum Proloculus hin oder verlaufen etwa parallel der Mittellinie. Die größte Dicke des Gehäuses liegt etwas oberhalb der Mitte. Perforierung und Mündung entsprechen den anderen Formen der *B. vaceki*-Gruppe.

Dimorphismus ist ausgebildet, tritt aber morphologisch kaum in Erscheinung.

Bemerkungen — Diese Form variiert nur wenig in ihren Merkmalen. Die L:B- und B:D-Indizes streuen in engen Grenzen und sind beide ungefähr von derselben Größenordnung. Die Skulptur kann sehr grob sein oder aus feineren, gleichmäßigen Streifen bestehen, die fast das ganze Gehäuse bedecken. Wie abgebildet, entspricht sie dem Normalfall.

Abb. 24, 3, stellt ein größeres Exemplar dar. An ihm kann man sehen, wie ein anfangs sehr rasch an Breite zunehmendes Gehäuse später mit fast parallelen Seiten weiterwächst. Daraus erklärt sich auch der steile Winkel im L: (L:B)-Diagramm von 23° (Abb. 26b). In diesem sowie dem L:B-Diagramm (Abb. 26a) bilden die Maße der Gehäuse eng begrenzte Felder, was die Einheitlichkeit des Materials bestätigt.

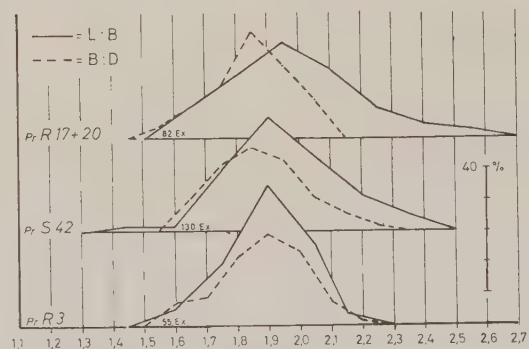


Abb. 25

L:B- und B:D-Index-Kurven von *B. alpina* n. sp.

In Abb. 25 sind die L:B- bzw. B:D-Index-Kurven von 3 vermessenen Populationen dargestellt. Die geringe Verschiebung der Index-maxima kann nicht hoch bewertet werden, doch fällt eine Vergrößerung der Variationsbreite nach rechts bei den stratigraphisch übereinander angeordneten Kurven auf. Da diese Abfolge aber auch durch ökologisch verschiedene Biotope führt, scheidet eine stratigraphische Interpretation aus.

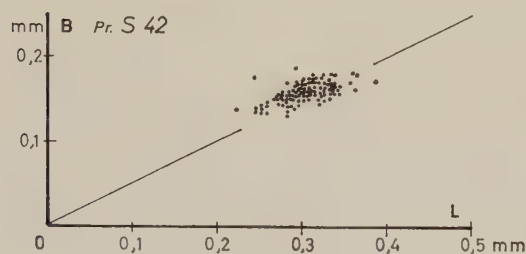


Abb. 26a

L:B-Diagramm von *B. alpina* n. sp.

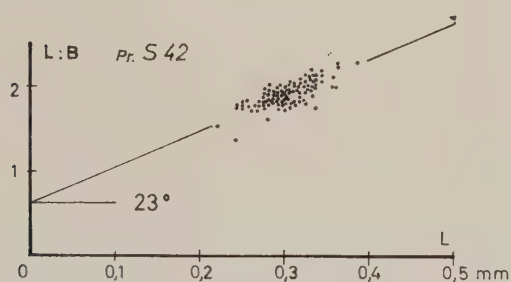


Abb. 26b

L:(L:B)-Diagramm von *B. alpina* n. sp.

Beziehungen — Diese Art gehört wegen ihrer Kammerform in die Gruppe von *B. vaceki*. Sie unterscheidet sich von *B. koessenensis* durch die etwas geringere durchschnittliche Größe, gedrungene Form und durch die immer größere Skulptur. Bei etwa gleicher Dicke hat *B. alpina* ein anderes Verhältnis von L:D als *B. koessenensis*.

B. alpina und *B. koessenensis* treten immer zusammen auf und sind klar zu trennen, weswegen *B. alpina* als selbstständige Art angesehen wird.

Ähnlichkeit mit dieser Art hat die Abbildung des Paratypoids von *B. cookei*

Cushman (1937, S. 68, Taf. 8, Fig. 15) aus dem Mint Spring Marl der Vicksburg-Group. Der Holotyp (Cushman, 1922, S. 126, Taf. 29, Fig. 1) hat, nach der Abbildung zu schließen, einen völlig anderen Kammertyp und ist nicht mit der vorliegenden Form in Zusammenhang zu bringen. Dem Paratyp fehlt der Mittelkiel, und die jüngeren Kammern sind etwas höher als die von *B. alpina*. Außerdem ist diese Form auch durch die angegebenen L:B-Indizes 2,5 - 3 gut von *B. alpina* unterscheidbar.

B. alpina könnte auf die ähnliche *B. scalprata* Schwager aus dem Eozän zurückgehen (siehe Cushman, 1937, S. 52, Taf. 7, Fig. 8, 9), die noch dicker ist und weniger, markantere Rippen hat.

Maße:

L: 0,2 - 0,3 - 0,4 mm

B: 0,12 - 0,16 - 0,187 mm

D: 0,062 - 0,085 - 0,105 mm

L:B-Index: 1,4 - 1,85 - 2,5

B:D-Index: 1,55 - 1,8 - 1,85 - 2,2

L:D-Index um 3,6

$\frac{a \cdot 100}{L}$

: um 65%

Zahl der Kammerpaare: 7 - 9 - 10 - 13

Proloculus Ø: 10 - 20 - 25 μ

Suturenwinkel: 43 - 49 - 53°

Vorkommen — Selten bis ziemlich häufig in allen Faunentypen. Oligozän des inneralpinen Tertiärs. Die Art kommt auch im inneralpinen Tertiär von Nord-Slowenien (Hemleben, 1964, Ms.) sowie in der Molasse (Oligozän) der Schweiz vor (freundliche mündliche Mitteilung von Herrn Frank Scherer, Bern).

Zur Artfassung der Bolivina vaceki-Gruppe.

Der Nachweis gleitender Artumwandlung (phyletische Evolution; vgl. Simpson, 1947, S. 202) bringt naturgemäß Schwierigkeiten für die paläontologische Nomenklatur.

Es gilt nicht nur eine gleitende Veränderung in der Zeit zu berücksichtigen, sondern auch im Raum kommen « fortschrittliche » (progressive) Formen zusammen mit

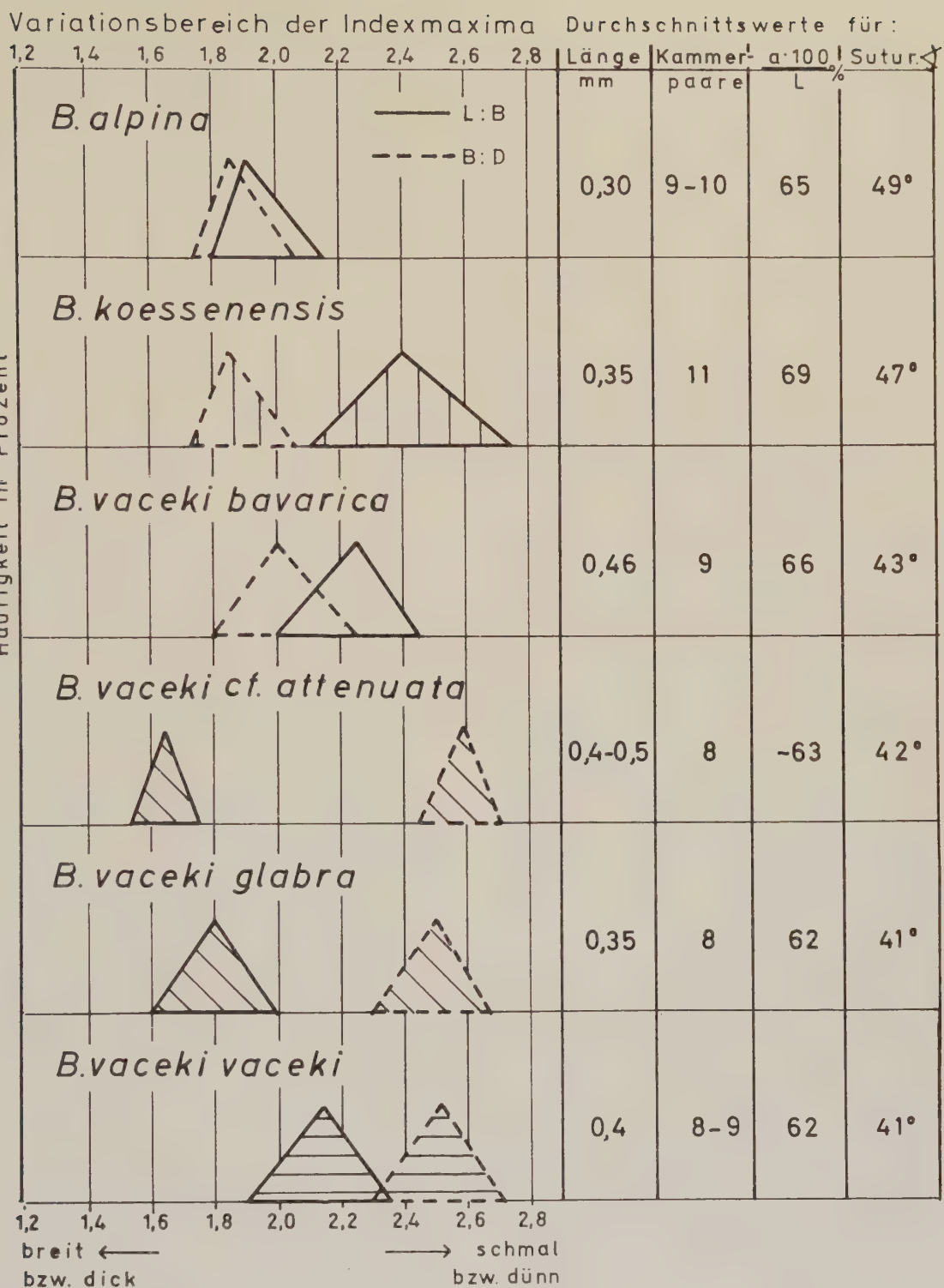


Abb. 27

Bestimmungs-Schlüssel für die *Bolivina vaceki*-Gruppe. Populationen können einer Art bzw. Unterart zugeordnet werden, wenn die Maxima ihrer Index-Kurven in die angegebenen Bereiche fallen. Voraussetzung ist, daß die « Gruppenmerkmale » (Kammerform, Skulptur, Kiele) vorhanden sind und daß Länge, Kammerzähl etc. größenordnungsmäßig mit den Angaben für die jeweilige Art bzw. Unterart übereinstimmen.

« altertümlichen » (ancestralen) vor, so daß eine der Evolution in der Zeit entsprechende Entwicklungsreihe sich auch aus einer Population gruppieren läßt (Bettenstaedt, 1962, S. 404).

Bettenstaedt (1962, S. 405) fordert für artliche Unterscheidung Variationskurven, die sich nicht überschneiden. Zweigipfelige Variationskurven sollen auf Gen-Austausch hindeuten und nur subspezifische Abtrennung berechtigen. Dieses Prinzip trägt, meiner Meinung nach, nicht der niedrigen Organisation der Foraminiferen sowie ihrer relativen Merkmalsarmut Rechnung. Form und Größenverteilung aller Bolivinen liegen in recht engen Grenzen.

Die Zahl möglicher sich nicht überschneidender Variationskurven steht in keinem vergleichbaren Verhältnis zur Zahl der vorkommenden Arten.

Für das vorliegende Material ergeben sich zweierlei Probleme für die Art- bzw. Unterartfassung:

- 1) bei Formen, die sich gleitend in der Zeit verändern;
- 2) bei Formen gleicher Gruppen, die sich faziell vertreten können.

Zu 1). Über das Problem der Arten-trennung innerhalb orthogenetischer Reihen ist viel diskutiert und geschrieben worden (vgl. zusammenfassend Bettenstaedt, 1962; v. Hillebrandt, 1964, S. 201).

Zimmermann (in Heberer, 1959, S. 91) sagt einmal: « Eine Art entsteht eigentlich überhaupt nicht ». Es entstünden vielmehr Organismen, die sich von den Vorfahren so unterscheiden, daß sie anders benannt werden. Eine konsequente Trennung der Arten sei nur im Raum, « horizontal », möglich, nicht aber « vertikal », d.h. zeitlich. Um dennoch zu einer — für die Verständigung notwendigen — Abtrennung zu gelangen, wird hier nach den Grundsätzen der « Neuen Systematik » verfahren, die zuletzt von Gerhardt (1963, S. 16) ausführlich an Beispielen erläutert wurde. Danach bestimmt die Hauptmasse der in einer Population vertretenen Exemplare die Artzugehörigkeit der ganzen

Population. Man kann also die Mittelwerte der Variationskurven zur Artbestimmung benutzen.

Reichen die vorhandenen Individuen nicht aus, um eine Populationskurve zu gewinnen (z.B. Einzelfunde), so kann mit der Wahrscheinlichkeit gerechnet werden, daß die Gehäuse bzw. der Einzelfund dem Bereich der größten Häufigkeit angehören (vgl. Grabert, 1959, S. 45; Bettenstaedt, 1960, S. 65; Gerhardt, 1963, S. 18). Es ist hier allerdings die Generationszugehörigkeit der einzelnen Stücke zu beachten, da B-Formen meist nicht den Entwicklungsstand der A-Form erkennen lassen und daher taxonomisch von geringerem Wert sind.

In Abb. 27 wird ein Bestimmungsschlüssel für die *B. vaceki*-Gruppe gegeben, der auf diesem Prinzip beruht. Es ist der Variationsbereich der Kurvenmaxima aller vermessenen Populationen eingetragen. Die Überschneidung dieser Indexkurven ist gering. In Zweifelsfällen dienen die Angaben der durchschnittlichen Gehäusegröße, Kammerzahl, Suturenwinkel etc. als weitere Hinweise.

In diesem Schema kommt zum Ausdruck, daß *B. vaceki* cf. *attenuata* unterartlich kaum noch abtrennbar ist.

zu 2). Schwieriger ist die Entscheidung bei vor allem ökologisch unterschiedenen Formen.

Lutze (1964, S. 112) fordert die artliche Vereinigung aller ökologischen Modifikationen. Dies mag am Rezentbeispiel leicht durchzuführen sein, doch ist man nur äußerst selten in der Lage, wirklich gleichaltes, fossiles Material aus verschiedenen Biotopen desselben Raumes zu erhalten. Eine Änderung des Biotops innerhalb eines Beckens, wie anhand der Häringer Schichten beschrieben, benötigt ja meist eine nicht zu vernachlässigende Zeit und kann zudem in den einzelnen Beckenteilen zu verschiedenen Zeiten stattfinden. Es ist auch nicht zu entscheiden, ob es vor allem ökologische Faktoren waren, die dazu führten, daß während *B. vaceki bavarica* bei Häring und Reit im Winkl in z.T. recht verschiedenem Milieu vorherrscht, in den zeitäquivalenten Sedimenten bei Kössen nur *B. koessenensis* auftritt.

Man könnte, die Erfahrung von Lutze zugrunde gelegt, in *Bolivina koessenensis* und *B. vaceki bavarica* ökologische Varianten und Angehörige einer Art sehen. Dagegen stehen die fehlenden Übergänge (die auf fehlender Überlieferung beruhen könnten), sowie die Schwierigkeit, die ausschließlich ökologische Trennung beider Formen zu belegen. Lutze (1964, S. 110, Textfig. 7) bildet Bolivinen ab, von denen er glaubhaft machen kann, daß sie zu Lebzeiten in ein anderes Biotop verfrachtet wurden und daraufhin diesem Biotop entsprechend modifiziert weiterwuchsen. Derlei Beispiele kann ich für eine eventuelle Zusammengehörigkeit von *B. koessenensis* und *B. vaceki bavarica* nicht erbringen.

Es wäre auch möglich, beide Formen als Unterarten aufzufassen. Dagegen spricht das zeitweise gemeinsame Vorkommen und, darüberhinaus, ein rein nomenklatorischer Einwand. Wollte man generell alle Formen einer fossilen Gruppe zu einer Art mit entsprechend vielen Unterarten zusammenfassen, so müßte man konsequenterweise jede Gattung auf nur ganz wenige Arten und eine Vielzahl Unterarten reduzieren. Damit wäre der Sinn der paläontologischen Nomenklatur — nämlich eine Verständigungsmöglichkeit zu gewährleisten — ohne Gewinn in Frage gestellt. Zu dem ersten Einwand läßt sich sagen, daß Boltovskoy (1954, S. 54) weitgehend darin zugestimmt werden kann, daß Unterarten nicht gemeinsam auftreten. Zu bedenken wäre allenfalls, daß es sich um fossile Populationen handelt, die aus einer Vielzahl von Biozönosen bestehen. In einer Probe zusammen vorkommende Unterarten müssen also nicht zwangsläufig auch zusammen gelebt haben.

Zusammenfassend sei folgendes gesagt: Für die Abtrennung von Arten bzw. Unterarten innerhalb phyletischer Evolutionen bietet die « Neue Systematik » die Möglichkeit, mittels Variationsstatistik künstliche Artgrenzen zu errichten. Eine Population wird derjenigen Art zugeordnet, in deren Bereich der Mittelwert fällt. Zur Trennung ökologisch vikariierender Formen muß an

fossilem Material immer noch das morphologische Moment besonders bewertet werden, auch wenn damit bewußt ein Zweckkompromiß eingegangen wird. *B. cf. beyrichi bituminosa* mag als Beispiel dafür dienen, daß mit einem Namen nicht nur die Form, sondern auch das Biotop zu umreißen ist (hier « Fischeschiefer »-Fazies), eine Möglichkeit, die bei der Vereinigung von nur ökologisch unterschiedenen Modifikationen einer Art wegfiel. Solange die nomenklatorische Unterscheidung morphologisch und faziell abtrennbarer Formen einer Gruppe nicht verwirrend, sondern für die Verständigung vorteilhaft ist, sollte sie — bei fossilem Material — der Spekulation mit deren oft kaum beweisbaren genetischen Zusammenhängen vorgezogen werden. Derartige Zusammenhänge aufzudecken und ökologisch auszuwerten wird durch eine rein nomenklatorische Maßnahme nicht beeinflusst.

Es werden also hier die morphologisch nahe verwandten und ökologisch vergleichbaren Formen der *B. vaceki*-Gruppe: *B. vaceki vaceki*, *B. vaceki glabra*, *B. vaceki cf. attenuata*, *B. vaceki bavarica* zu einer Art mit z.T. zeitlich verschiedenen Unterarten zusammengefaßt, dagegen die morphologisch und in ökologischer Verbreitung abweichenden Gehäuse, wie *B. koessenensis* und *B. alpina*, artlich abgetrennt.

ANHANG ZUR ARTBESCHREIBUNG

Zwei wichtige, akzessorische Foraminiferen aus den Häringer Schichten

Um genauere Aussagen zur Altersstellung der Häringer Schichten und zu der zeitlichen Korrelation der Profile machen zu können, mußte nach weiteren Zeitmarken gesucht werden, die außerhalb des « geschlossenen Systems » der Bolivinen-Entwicklung liegen.

Diese Entwicklung der Bolivinen läßt sich nur in Beziehung zur Zeit setzen, wenn ein Zeitmaßstab gegeben ist, der nicht nur innerhalb eines Profils — in dem die Sedimentmächtigkeit diesen Maßstab ersetzen könnte — Gültigkeit besitzt. Da eigentliche

Zonenleitfossilien nicht vorliegen, mußte dieser Maßstab — neben der Vergleichsmöglichkeit tektonischer Ereignisse — in der orthogenetischen Entwicklung anderer Foraminiferen gesucht werden.

Für derartige Untersuchungen in den Häringer Schichten eignen sich besonders folgende Arten:

Die *Asterigerina rotula*-Gruppe war kürzlich im gleichen Gebiet von Lühr (1962) variationstatistisch bearbeitet worden und es bot sich die Möglichkeit an, die von Lühr ermittelten Entwicklungstendenzen praktisch anzuwenden, wobei gleichzeitig eine Bestätigung dieser phylogenetischen Abwandlung resultierte.

Für *Bulimina sculptilis* Cushman liegen z. Z. noch keine Vergleichsdaten aus anderen Gebieten und stratigraphischen Horizonten vor, doch sind sie in naher Zukunft durch die Untersuchungen von Herrn Prof. Dr. H. Hagn an Buliminien dieses Skulpturtypes (*B. truncana* Gümbel) aus dem Eozän des Helvetikums und des Reichenhaller Beckens zu erwarten. Die heute nur vermutete phylogenetische Entwicklung dieser Formengruppe im Oligozän könnte dann eventuell als Fortsetzung von im Eozän bewiesenen Tendenzen gesehen werden und überregionale stratigraphische Anwendbarkeit erlangen.

Fam. BULIMINIDAE Jones, 1875

Gen. BULIMINA d'Orbigny, 1826

BULIMINA SCULPTILIS Cushman, 1923

(Abb. 28, 1, 2a, b, 3)

* *Bulimina sculptilis* CUSHMAN, n. sp. - CUSHMAN, 1923, S. 23, Taf. 3, Fig. 3 (Red Bluff Clay, Vicksburg-Group, SE-Nordamerika).

Bulimina sculptilis CUSHMAN - CUSHMAN & PARKER, 1947, S. 103, Taf. 24, Fig. 12 (Oligozän, Vicksburg-Group, Mississippi u.a. Lok.; Häring/Tirol); HAGN, 1960, S. 47, 154 (Unteroligozän, Reit im Winkl und Häring); v LÜHR, 1962, S. 124, Taf. 4, Fig. 15 (Unteroligozän, Häring/Tirol).

Aus vier Proben, die stratigraphisch mit kleinen Abständen übereinander folgen, wurde *B. sculptilis* vermessen und die Daten graphisch ausgewertet (Abb. 29). Es ergab sich ein geringfügiges Wandern der L:B-Kurven-gipfel nach rechts (schmalere Gehäuse). Am deutlichsten wird dies in Pr. R 9, wo mit einem L:B-Häufigkeitsmaximum von 2,1 die meisten schlanken Exemplare auftreten. Da gleichzeitig aber auch eine gewisse fazielle Änderung gegenüber den anderen vermessenen Populationen eingetreten ist (Ft b zu Ft c, vgl. S. 87), kann der Einfluß ökologischer Umstände nicht ausgeschlossen werden.



Abb. 28

Bulimina sculptilis Cushman, Häringer Schichten, Oligozän.

1: Hypotypoid Prot. 2541, (Pr. K 26) Kaiserwald, ?B-Form.

2a, b: Hypotypoid Prot. 2542, (Pr. R 6) Reit im Winkl.

3: Hypotypoid Prot. 2543, (Pr. R9) Reit im Winkl.

Vergrößerung: 40 x.

Auffallend ist auch die deutliche Trennbarkeit von zwei (?) Generationsformen der stratigraphisch tiefsten Probe K 26 (Abb. 29b, Kreuze). Die (?) B-Formen (Abb. 28, 1) lassen sich dabei gut mit den Abbildungen von *B. jacksonensis cuneata* Cushman 1926 (s. Cushman & Parker, 1947, S. 97, Taf. 22, Fig. 17-18) aus dem Obereozän der Coastal Plains, USA, vergleichen. Die starke Skulptur macht allerdings ein Kammerzählen und Messen des Proloculus' fast unmöglich, weswegen eine konsequente Tren-

nung von A- und B-Formen nicht möglich ist.

In der stratigraphisch jüngeren Pr. R 9 kommen zwar ähnlich große Formen wie in der Pr. K 26 vor, doch lassen sie sich von den «normalen», kleineren Gehäusen nicht graphisch abtrennen und füllen als geschlossenes Feld die Lücke, die bei der Darstellung der Werte aus Pr. K 26 zwischen den beiden ?Generationsformen geblieben war (vgl. Abb. 29b).

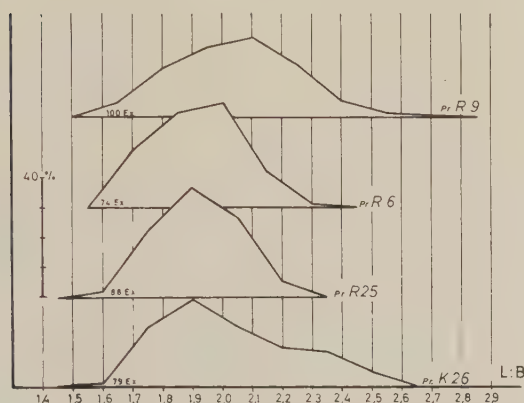


Abb. 29a

L:B-Index-Kurven von *Bulimina sculptilis* Cushman.

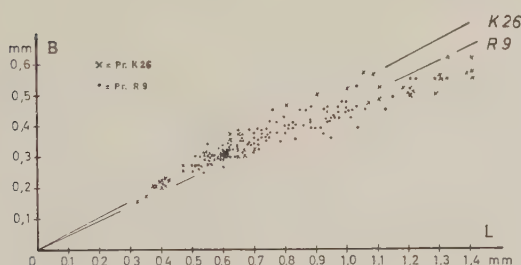


Abb. 29b

L:B-Diagramm von *Bulimina sculptilis* Cushman.

Die *Rippenzahl* ist mit 8 - 10 - 13 in Pr. R 25 und R 6 am höchsten (Abb. 28, 2); in Pr. K 26 sind 9-rippige Formen etwas häufiger als 10-rippige und in Pr. R 9 sind 8- und 9-rippige Exemplare am meisten vorhanden (Abb. 28, 3). Wie hier die ökologischen Zusammenhänge sind läßt sich nicht angeben.

Die absoluten *Größen* streuen stark, doch liegen sie jeweils im selben Bereich zwischen 0,35 und 1,1 mm (1,4 mm = Extremwert). Das Längen-Häufigkeitsmaximum der (?) A-Form steigt von ca. 0,5 mm in Pr. K 26 über 0,55 mm in Pr. R 25, 0,7 mm in Pr. R 6 bis zu rund 0,75 mm in Pr. R 9 an.

Es läßt sich also eine Tendenz zu größeren und etwas schmalere Gehäusen der (?) A-Form im Laufe einer möglicherweise orthogenetischen Entwicklung beobachten. Die morphologischen Unterschiede zur (?) B-Form werden geringer.

Fam. ASTERIGERINIDAE d'Orbigny, 1839

Gen. ASTERIGERINA d'Orbigny, 1839

ASTERIGERINA ROTULA (Kaufmann), 1867

(Abb. 30)

* *Hemistegina rotula* m. - KAUFMANN, 1867, S. 150, Taf. 18, Fig. 19 (Obereozän, Schweiz).

Pulvinulina rotula KAUFMANN - UHLIG, 1886, S. 193, Taf. 5, Fig. 6, 7, Taf. 3, Fig. 5, 6 (Oligozän, Karpaten).

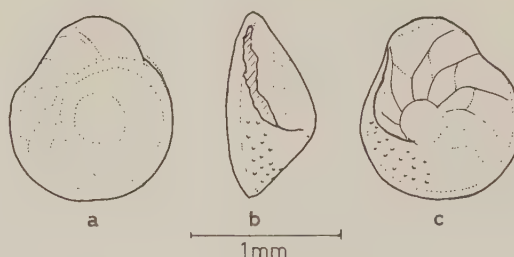


Abb. 30

Asterigerina rotula (Kaufmann), Hypotypoid Prot. 2544, (Pr. 107), Lederergraben, nördl. Kössen.

Die großen, dickschaligen Asterigerinen der *rotula*-Gruppe sind an warmes, kalkreiches, stark litorales Biotop gebunden. In den litoralen Sedimenten von Häring sind sie enorm häufig, in meinen Profilen, mit Sedimenten vorwiegend größerer Ablagerungstiefe, kommen sie fast nicht vor. Nur

eine Probe (R 1), die direkt auf den basalen Sandstein folgt, enthält diese Form reichlich zusammen mit anderen rein litoralen Faunenelementen wie *Schlosserina asterites*, *Pararotalia lithothamnica*, *Nummulites* etc. (Faunentyp a). Bei so stark faziesgebundenen Artgruppen ist vielleicht die Annahme berechtigt, daß ökologische Varianten sich im Rahmen der ontogenetischen Stadien bewegen (Größe, Zahl der Umgänge etc.), d.h., daß die Unterschiede etwa gleichwertiger Populationen auf verschiedene Stellung innerhalb orthogenetischer Reihen (siehe Hofker, 1959) zurückgehen.

Lühr (1962, S. 165 ff) hat als neue Unterart *A. rotula haeringensis* Lühr (Taf. 7, Fig. 18a-c, Taf. 9, Fig. 14, Abb. 14) aufgestellt und in Kurvendiagrammen (S. 170, Abb. 15, S. 171, Abb. 16) mit den obereozänen Formen von *A. rotula* verglichen.

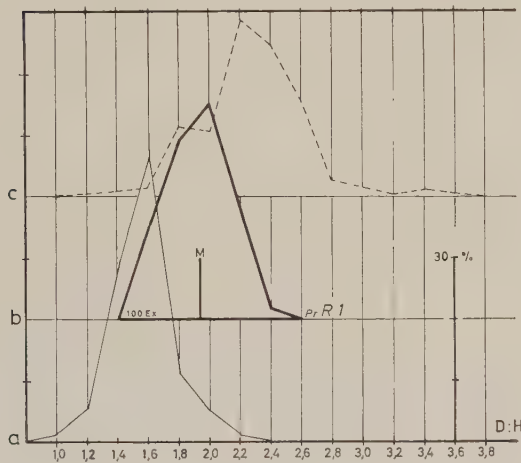


Abb. 31a

L:B-Index-Kurven von *Asterigerina rotula* (Kaufmann). Kurve a und c nach Lühr (1962).

Es soll hier nun nicht näher auf die taxonomische Position der hier behandelten *Asterigerina* eingegangen werden, die etwa zwischen typischen *A. rotula* und *A. rotula haeringensis* vermittelt. Ich möchte nur das Messergebnis einer Population aus Pr. R 1 (Lage der Probe im Profil Pötschbichlgraben siehe Anlage 1) mit den von Lühr ermittelten Kurven vergleichen (Abb. 31a).

Dazu folgende Erklärung:

Kurve a = Lutet-Led Exemplare aus dem Helvetikum (Lühr, S. 171, Abb. 16, Kurve A).

b = Pr. R 1, Pötschbichlgraben bei Reit im Winkl.

c = *Asterigerina rotula* - Gruppe, Häring, (Lühr, S. 171, Abb. 16, Kurve B).

In Abb. 31 b wurde das Verhältnis Durchmesser: Höhe graphisch dargestellt. Zur besseren Veranschaulichung wurden die Vektoren der Lührschen Darstellung (Lühr, 1962, Abb. 15, S. 170) ebenfalls eingezeichnet und mit den gleichen Buchstaben wie in Abb. 31 a gekennzeichnet.

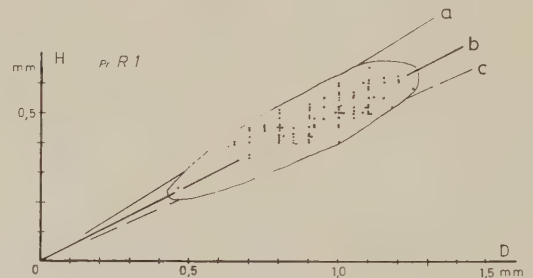


Abb. 31b

Verhältnis von Höhe zu Durchmesser von *Asterigerina rotula* (Kaufmann). Vektor a und c nach Lühr (1962).

Es ergibt sich eine Stellung von Kurve b mit dem Indexmaximum von 2,0 (Mittelwert 1,933) zwischen Kurve a (Indexmax. 1,6) und Kurve c (Indexmax. 2,2), die für die stratigraphische Stellung dieser Probe kennzeichnend ist, d.h. sie ist jünger als Obereozän und etwas älter als die tiefen marinen Lagen von Häring.

A. rotula aus meinem Gebiet ist durchschnittlich etwas kleiner als die Häringer- und Stocklettenformen, doch liegen ihre Durchmesser-Messwerte innerhalb der Größenvariationsbereiche der anderen Populationen.

Die Kammerzahl im letzten Umgang ist meist schwer zu zählen, aber mit 9 - 11 Kammeren ist sie deutlich niedriger als die der Häringer Exemplare (11 - 16).

Maße:

Durchmesser: 0,46 - 1,0 - 1,4 mm

Höhe: 0,2 - 0,47 - 0,65 mm

D:H-Index: 1,55 - 2,0 - 2,5

H:J-Index: 1,0 - 1,3 - 2,2

Es wurde noch, von der Peripherie ausgehend, die Höhe der dorsalen (H_o) und ventralen (H_u) Wölbung gemessen.

$H_u - H_o = J$; $H:J$ ergibt einen Wert für die beidseitige Wölbung.

Bei $H_o = 0$ (dorsal flache Form): $H:J = 1$.

bei $H_o = H_u$ (beidseitig gleichgewölbte Form) $H:J = \infty$.

Für meine Formen ergibt sich $H:J = 1,0 - 2,2$ mit einem Häufigkeitsmaximum bei 1,3.

Messwerte für dieses Merkmal der eo-zänen bzw. Häringer Exemplare liegen nicht vor, doch kann allgemein gesagt werden, daß typische *A. rotula* im Eozän plankonvex, adulte Gehäuse von *A. rotula haeringensis* (von Häring) deutlich biconvex sind. Die Population von Reit im Winkl nimmt also auch hier eine Mittelstellung ein.

Die taxonomische Position von *A. bimammata* (Gümbel) aus dem Eozän soll hier nicht diskutiert werden (vgl. Lühr, 1962, S. 167).

A. rotula parva Lühr (1962, S. 167, Taf. 7, Fig. 16a-c) stellt wohl nur ein jüngeres ontogenetisches Stadium von *A. rotula haeringensis* dar.

Die *A. rotula*-Gruppe scheint — zumindest im nördlichen Tethysbereich — stratigraphische Gliederungsmöglichkeiten zu bieten. Es wäre wünschenswert, die für das Tertiär der Nordalpen gezeigte phylogenetische Veränderung auch in anderen Gebieten zu erforschen. Ansatzpunkte ergeben sich, nachdem neuerdings *A. rotula haeringensis* auch im Oligozän Norddeutschlands nachgewiesen wurde (Gramann, 1964, S. 214).

BIOMETRIE

Methodik

Variationsstatistische Arbeitsmethoden an Foraminiferen wurden in den letzten Jahren häufig durchgeführt, und diese Art der Untersuchung ist in die Phase der praktischen Anwendung eingetreten. Es darf deshalb hier auch auf erneute Rekapitulation der hi-

storischen und theoretischen Hintergründe verzichtet werden, über die wiederholt ausführlich berichtet wurde (Bettenstaedt, 1958, 1960, 1962; Grabert, 1959; Gerhardt, 1963 u.a.). Eingehende statistische Untersuchungen an rezenten Foraminiferen (Bolivinen) (Lutze, 1962, 1964; Smith, 1963) geben zudem die Möglichkeit, die an rezentem Material gewonnenen Einsichten auf ihre Gültigkeit auch an fossilem zu überprüfen. Es soll Lutze (1962, S. 201) zugestimmt werden, wenn er vor zu direkter Übernahme von am Rezent-Beispiel gewonnenen Vorstellungen auf fossile Faunen warnt.

Andererseits schaffen die Betrachtung des Sedimentes, der Restfauna und paläogeographische Überlegungen eine Basis, die Vergleiche durchaus zuläßt.

Die Gattung *Bolivina* ist relativ merkmalsarm. Um eine klare Trennung der Arten und Unterarten zu erreichen, müssen alle verfügbaren Merkmale berücksichtigt werden, die in verschiedenen Gruppen oft sehr unterschiedliche Wertigkeit haben. Neben leicht messbaren Merkmalen gibt es auch solche, die messtechnisch kaum zu erfassen sind, wie z.B. die Kammerform. Bei der vorliegenden Untersuchung ist die Kammerform als ein den Bolivinen der *B. vaceki*-Gruppe gemeinsames Merkmal zugrunde gelegt und variationsstatistisch nicht mehr herangezogen worden.

Bei der Darstellung der ausgewerteten Daten wurde von der Überzeugung ausgegangen, daß eine Form nur durch die Gesamtheit ihrer messbaren Eigenschaften zu charakterisieren ist. Eine Wertgruppe allein ist (mit Ausnahme der kaum messbaren Gruppenmerkmale) generisch bedeutungslos.

Die graphische Darstellungsweise ist bei Kenntnis der jeweiligen methodischen Grundlagen übersichtlich, leicht vergleich- und rekonstruierbar. Für jede Wertgruppe wurde die Darstellungsmethode gewählt, die größte Anschaulichkeit mit größter Genauigkeit verbindet. Wenn graphische Kurven entbehrlich waren, wurden nur Mittel- und Extremwerte angegeben (z. B. bei den Suturenwinkeln).

Im folgenden sei die Auswertung der Messung kurz erläutert. Was und wie vermessen wurde, ist auf S. 91 erklärt. Im einzelnen sei hier besonders auf die Arbeit von Gerhardt (1963, S. 33 ff) verwiesen, der die variationsstatistische Methodik in allen Details beschreibt.

Für jedes Exemplar wurden die Verhältnisse L:B, B:D und $\frac{a \cdot 100}{L} \%$ (= prozentualer Anteil der Länge bis zur größten Breite des Gehäuses an der Gesamtlänge) berechnet und ausgezählt.

Für jede Wertgruppe wurde das arithmetische Mittel M errechnet:

$$M = \frac{\sum f \cdot x}{N}$$

f = Klassenhäufigkeit
x = Merkmal
N = Anzahl

Für einige markante Populationen wurde außerdem die Standardabweichung (Streuung)

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum f \cdot (x - M)^2}{N - 1}}$$

der Längen (L)- und L:B-Indexwerte berechnet (siehe Tabelle). Nach Phleger (1964, S. 37) zeigt eine Population in stabiler Umgebung wenig Veränderlichkeit, während ein in seinen ökologischen Faktoren wechselnder Lebensraum eine größere Variationsbreite hervorruft. Als Maß für die Veränderlichkeit dient der Variabilitäts-Koeffizient

$$V = \frac{100 \cdot \sigma}{M}$$

Die Größenordnung der Streuung ist von der der gemessenen Werte abhängig, eignet sich also schlecht zum direkten Vergleich. Dieser Nachteil ist beim Variabilitäts-Koeffizienten ausgeschaltet.

Bolivina vaceki bavarica:

Pr. Nr.	M _L	σ _L	V _L	M _{L:B}	σ _{L:B}	V _{L:B}	M _{B:D}
158	0,403	± 0,0505	12,5	1,987	± 0,1413	7,1	2,195
K 30	0,512	± 0,0845	16,5	2,213	± 0,1672	7,55	2,098
R 5	0,4577	± 0,0747	16,6	2,12	± 0,1805	8,5	1,97
R 6	0,4656	± 0,0725	15,57	2,234	± 0,255	11,41	1,934
R 8 *) ges.	0,4578	± 0,0811	17,67	2,24	± 0,1933	8,6	2,11
pyritisiert	0,457	± 0,0865	18,2	2,25	± 0,2308	10,02	2,09
n. pyrit.	0,4608	± 0,0772	16,8	2,23	± 0,1805	8,1	2,126
R 9	0,4253	± 0,059	13,8	2,388	± 0,25	10,5	2,104

Bolivina koessenensis:

S 40	0.3160	± 0,0315	9,966	2,233	± 0,148	6,65	1,935
R 17	0,3377	± 0,0112	3,316	2,628	± 0,233	8,86	1,825

*) Zur Aufteilung dieser Population vgl. S. 150.

Die Variabilität von *B. koessenensis* ist verglichen mit *B. vaceki bavarica* auffallend gering. *B. koessenensis* lebte vermutlich unter sehr viel enger begrenzten ökologischen Bedingungen als *B. vaceki bavarica*.

Die Längenwerte wurden bei Verwendung eines 8 x - Objektives gemessen und auf die feinste Teilstrich-Unterteilung ($1/2$ TS = 0,00625 mm) genau abgelesen. Die Werte wurde ausgezählt und zu Klassen von je 2 TS-Einheiten (= 0,025 mm) zusammengefaßt. Die Häufigkeitsverteilung — in Prozentanteile umgerechnet — ist in den Diagrammen in Spalte VI ersichtlich.

Die L:B- bzw. B:D-Indexwerte wurden beim Auszählen auf eine 0 bzw. 5 der zweiten Kommastelle auf- bzw. abgerundet. Diese Werte mit einem Abstand von 0,05 wurden dann zu Klassen zusammengefaßt (vgl. hierzu Simpson & Roe, 1939, S. 37). Für die meist stärker streuenden L:B-Indizes wurden jeweils 3 Werte addiert und auf den mittleren Wert vereinigt. Es ergeben sich also Klassenmitten mit einem Abstand von jeweils 0,15. Die Klassenmitten wurden so gelegt, daß das Dichtemittel [= derjenige Wert, der in einer Reihe von Einzelwerten verhältnismäßig am häufigsten vorkommt (Weber, 1948, S. 56)] möglichst eine Klassenmitte bildet. Es ist also die Klassengröße fixiert, nicht aber ihre Lage, was eine engere Angleichung an die ausgezählten Häufigkeitsverteilungen ermöglicht.

Bei den meist in engeren Grenzen streuenden B:D-Indizes wurde zu der Häufigkeit jeden 2. Wertes jeweils die Hälfte der Nachbarhäufigkeiten gezählt, also Klassengrößen mit einem Abstand von 0,1 der Klassenmitten gewählt.

Da die B-Generation sich bei den meisten Formen dieser Gruppe morphologisch ± stark von der A-Form unterscheidet, wurden für die Mittelwerte immer nur die A-Formen herangezogen. In den Kurven von *B. vaceki* und ihren Unterarten drücken sich morphologische Unterschiede durch Zweigipfeligkeit, bzw. eine flache Verbreiterung der Kurven nach rechts aus, ohne das Häufig-

keitsmaximum (das praktisch immer der A-Form entspricht) zu beeinflussen.

Es wurden also in den Kurven A- und B-Formen gemeinsam dargestellt, nachdem vorher in jedem Fall durch separate Auswertung geprüft wurde, ob nicht eine Verfälschung des Kurvenbildes durch die Generationsverteilung zustande käme.

Bei den verhältnismäßig geringen Generationsunterschieden bei *Bolivina koessenensis* war dies jeweils der Fall, d. h. bei gemeinsamer Auswertung von A- und B-Generation resultierte, bei etwa gleicher Kurvenbreite, eine deutliche Verschiebung des Häufigkeitsmaximums. Aus diesem Grund wurde bei *B. koessenensis* jeweils nur die A-Form in den L:B- und B:D-Indexkurven aufgetragen. Die Vergleichbarkeit mit den anderen Kurven, deren Maxima nicht durch die Generationsverteilung beeinflusst ist, ist dennoch gegeben.

Aus Gründen der Anordnung und Übersichtlichkeit war es nicht möglich, die Kurven relativ zu ihrem zeitlichen Abstand übereinander anzuordnen, wie dies z.B. bei Grabert (1959) vorbildlich geschah. Andererseits ist in diesen Profilen die Mächtigkeit kein zuverlässiger Zeitmaßstab, da zu oft die Sedimentationsbedingungen wechselten. Die Dichte der Kurvenfolge ist ohne weiteres anhand der Profilingaben ersichtlich, so daß Fehlinterpretationen aufgrund dieser Anordnung nicht zu befürchten sind.

Zu den Diagrammen sei folgendes erklärt:

Jedes Merkmal ist in einer vertikalen Spalte dargestellt, jede vermessene Population nimmt eine horizontale Reihe ein; die Reihen sind in stratigraphischer Reihenfolge, also von unten nach oben, durchnummeriert.

Eine Linie verbindet jeden Reihenanfang mit der Herkunftsstelle der Probe im Profil.

Spalte I — Zahl der vermessenen Exemplare, Probennummer.

Spalte II — Das Verhältnis der A- zur B-Generation.

Hierbei handelt es sich mehr um einen informativen als repräsentativen Wert, da sich das Verhältnis bei wenigen B-Formen in einer Population mit jeder zufällig mehr ausgelesenen B-Form stark ändert. Die entscheidenden Häufigkeitszunahmen der mikrophärischen Generation in bestimmten Biotopen kommen aber klar zum Ausdruck.

Spalte III — gibt den rechnerisch ermittelten, auf ganze Prozent auf- bzw. abgerundeten Mittelwert für $\frac{a \cdot 100}{L} \%$ an.

Es handelt sich dabei um den prozentualen Anteil der Länge bis zur größten Gehäusebreite an der Gesamtlänge.

Spalte IV — Der gemittelte *Suturen-Winkel* (= Winkel der Kammersutur mit der Gehäuselängsachse) und die jeweiligen Extremwerte.

Spalte V — L:B- und B:D-Indexkurven. Jeweils eine L:B- und eine B:D-Indexkurve bilden ein Kurvenpaar. Die Stellung beider Kurven zueinander ist von Bedeutung. Auf eine rechnerische Verquickung

der Werte (z.B. $\frac{L:B}{B:D} = \frac{L \cdot D}{B^2}$) wurde verzichtet, da derartige Kurven keinen Anschauungswert mehr besitzen und zudem nicht die absoluten Indexwerte wiedergeben.

Je nach Art- bzw. Unterartzugehörigkeit wurden die Kurven mit Übersignaturen versehen, die jeweils links unten auf den Diagrammen erklärt sind.

Die in jeder Kurve durch einen senkrechten Strich angegebenen *Mittelwerte* beziehen sich — wie schon erwähnt — *nur* auf die *A-Generation*.

Spalte VI — Abszisse: Längen - Häufigkeitsverteilung; Ordinate: prozentualer Anteil.

Die Mitte des « M » bezeichnet den Mittelwert (auf die A-Form bezogen). Um die Längenverteilung der Gehäuse der B-Generation zu veranschaulichen, wurden deren Längenhäufigkeiten mit Punkten angegeben.

Spalte VII — Häufigkeitskurve der Zahl der Kammerpaare.

Hier wurde der Anteil der *B-Generation* mit Punktreihen angegeben. Die Aufschrift

bezieht sich wieder auf die generische bzw. subgenerische Zugehörigkeit.

Spalte VIII — Der *Variationsbereich* der *Proloculus* - Durchmesser wird getrennt für die A- und B-Generation angegeben (waagrechte Striche). Die senkrechten Striche bezeichnen jeweils das Dichtemittel (= größte Häufigkeit).

Spalte IX — L:(L:B)-Diagramm.

In diesem Diagramm wird jeder Längenwert als Funktion des zugehörigen L:B-Index aufgetragen. Es ergibt sich ein Belegungsfeld, das genähert eine Gerade bildet und ein direktes Maß für das ontogenetische Breitenwachstum der fossilen Population liefert.

Populationen, deren einzelne Individuen während der Ontogenie eine dem Längenzuwachs direkt proportionale Breitenzunahme haben, bilden dabei einen sehr flachen Winkel mit der Abszisse bzw. im Idealfall eine Horinzotale. Populationen, deren Individuen ein Grössenwachstum mit fast parallelen Seiten haben, d.h. starke Veränderung der L:B-Indizes im Laufe der Ontogenie zeigen, haben einen sehr steilen Winkel. Der Winkel ist nur abhängig vom ontogenetischen Wachstum, also unabhängig von der absoluten Größe und Breite der Individuen einer Population. So bilden z.B. die breiten *B. vaceki* *glabra* und die schmalen *B. vaceki vaceki* (vgl. Diagramm III, Reihe 2 und 6) ± parallele Linien, die entsprechend ihrer verschiedenen L:B-Verteilung übereinander liegen.

Diese Darstellungsart der Proportionsveränderungen mit der Länge (in der amerikanischen Literatur « flare » genannt) wurde zuletzt von Smith (1963) angewendet und diskutiert. Ausführliche theoretische Grundlagen sind bei Simpson & Roe (1939, S. 254 ff) nachzulesen.

Für die entstehende « Linie » ist zu beachten, daß es sich mathematisch nicht um eine Gerade, sondern um eine Kurve handelt. Dies ist leicht zu verstehen, wenn man bedenkt, daß jede « flare » - Linie den Nullpunkt erreichen müßte (ein Exemplar mit $L=0$ hat keinen L:B-Index). Die Abweichungen von einer Geraden wirken

sich nur in enger Umgebung des Nullpunktes aus und können vernachlässigt werden.

Zudem wächst ein Gehäuse nicht kontinuierlich sondern « ruckweise » beim Bau einer neuen Kammer. Ein Gehäuse kleiner als der Proloculus-Durchmesser ist in der Natur nicht denkbar. Es wird also (bei rundem Proloculus) jede « flare »-Gerade bei $L:B = 1$, L = Proloculus-Durchmesser beginnen und praktisch den Nullpunkt nie erreichen.

Die angenäherte Gerade läßt sich nach der allgemeinen Formel $y = ax + b$ berechnen, wobei:

$$\begin{aligned} x &= \text{Länge} \\ y &= L:B\text{-Index} \\ a &= \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \\ b &= M_y - a \cdot M_x \\ M &= \text{arithmetisches Mittel von } L \text{ bzw. } L:B \\ \sigma &= \text{Standardabweichung von } L \text{ bzw. } L:B \\ &(\text{vgl. Smith, 1963, S. 13}). \end{aligned}$$

Nach dieser Formel ergeben sich allerdings Werte, die mit den graphisch ermittelten allenfalls größenordnungsmäßig in Einklang zu bringen sind.

Gehäuse der mikrosphärischen Generation (= B-Form) wurden in diesen Diagrammen durch Kreise dargestellt, so daß ihre abweichende ontogenetische Proportionsveränderung kontrolliert werden kann. Zusätzlich kann aus diesen Diagrammen der genaue $L:B$ -Wert für jeden L -Wert — und damit durch einfache Rechnung auch der B -Wert — abgelesen werden. Auch die Häufigkeitsverteilung der L -, bzw. $L:B$ -Indexwerte ist in diesen Diagrammen gut erkennbar. Für Abszisse und Ordinate wurden vergleichbare Maßstäbe gewählt: $L:B = 1,0$ entspricht 0,1 mm Länge (in den Diagrammen der Anlagen jeweils 0,5 cm, in den Textabbildungen 0,8 cm). Der Winkel ist vom Verhältnis der Einheiten auf den Koordinaten abhängig, so daß die von mir ermittelten Winkel nur größenordnungsmäßig mit denen von Smith (1963) vergleichbar sind. Smith wählte als Maßstab für eine Einheit der Ordinate ($L:B = 1$) = 1,3 cm; für die Abszissen-Ein-

heit (0,1 mm) = 0,76 cm. Derart ungleichartige Maßstäbe sind schwer ables- und rekonstruierbar und meines Erachtens nicht sehr vorteilhaft.

Spalte X: Die Abbildungen dienen im wesentlichen der Illustration der Zahlenwerte. Nicht jedes abgebildete Exemplar entstammt der Probe, für die es steht. Solche Fälle sind jeweils angegeben.

Kurvendiskussion (Bolivina vaceki-Gruppe)

Vergleicht man Diagramm III (Eozän) und I (Oligozän, Nordflügel) miteinander, so ist die unterschiedliche Stellung der $L:B$ - und $B:D$ -Indexkurven (Spalte V) zueinander augenfällig. Die in Diagramm III weit rechts stehenden $B:D$ -Indexkurven (flache Gehäuse) nähern sich in den höheren Profilabschnitten den $L:B$ -Kurven, d.h. die ziemlich breiten Gehäuse werden dicker. In Reihe 11 (Pr. 158) ist bereits fast Kongruenz beider Kurven erreicht. In Diagramm I verhalten sich die Kurvenpaare der ersten Proben (Reihe 1,2) fast ebenso wie das der Pr. 158 (Diagramm III), lediglich bei etwas schlankeren Gehäusen. Von da an ist ein stetiges Auseinanderstreben der Kurvenpaare festzustellen, verglichen mit den eozänen in entgegengesetzter Richtung. Verbindet man die Gipfel aller Kurven beider Diagramme, so bilden die $L:B$ - und $B:D$ -Linien jeweils Balken eines großen «X». Der Kreuzungspunkt liegt im Bereich der oberen eozänen (Diagramm III, Reihe 11) bzw. der unteren oligozänen Kurvenpaare (Diagramm I, Reihe 1,2).

B. koessenensis, die faziell bedingt schon in den tiefen oligozänen Proben (Ft a) *B. vaceki bavarica* vertreten kann, gliedert sich in das Gesamtbild ein. Allerdings ist sie dicker und viel kleiner (Abb. 22, 10 und 12) als die anfangs noch recht flachen *B. vaceki bavarica*. (Abb. 18, 12; Abb. 19, 4).

In Pr. R 4 (Reihe 5), in stark kalkigen Sedimenten, erreicht *B. vaceki bavarica* ein Dickenmaximum mit $B:D$ ca. 1,85 (Abb. 18, 11). Danach bleiben die $B:D$ -Indexwerte

verhältnismäßig konstant, bzw. nehmen vielleicht ökologisch bedingt wieder etwas zu (1,9 - 2,2).

B. koessenensis kommt erst in Ft d und e wieder häufig vor, und zwar — vorausgesetzt der Sedimentmaßstab ist der Zeit proportional — im Gebiet von Reit im Winkl früher als im Kaiserwald. *B. vaceki bavarica* tritt zusammen mit häufigen *B. koessenensis* nicht mehr auf.

B. koessenensis zeigt innerhalb der «Fischschiefer» (Diagramm I, Reihe 12, 14 - 21) nur wenig Veränderung. Die Gehäuse stratigraphisch höherer Populationen werden geringfügig breiter.

Fast unverändert tritt *B. vaceki vaceki* sowohl im Eozän als auch im Oligozän auf. Sie ist selten und kommt nur ausnahmsweise zusammen mit einer ihrer Unterarten in der gleichen Probe vor. Da sie sich in diesen Fällen immer durch Zweigipfeligkeit der Kurven abtrennen läßt, kann das gemeinsame Vorkommen in einer Biozönose wohl ausgeschlossen werden. Das Auftreten von *B. vaceki vaceki* im Oligozän (Diagramm II, Reihe 3, 4), gegenüber dem Eozän in fast unveränderter Form, läßt die Nominatunterart entweder als phylogenetisch unbeeinflusste Durchläuferform, oder als ökologische Variante der variablen *B. vaceki glabra* bzw. *B. vaceki bavarica* erscheinen.

Die Größenverteilung von *B. vaceki* und ihren Unterarten ist nicht ganz eindeutig, doch läßt sich eine phylogenetische Größenzunahme wahrscheinlich machen. Auf die tiefsten Populationen (Lutet) mit $M_{Länge} = 0,325$ mm folgen immer großwüchsige Populationen, deren kontinuierliche Größenzunahme durch Abweichungen in der einen oder anderen Richtung unterbrochen wird. In den höheren obereozänen Proben (Becken von Reichenhall) liegen die normalen Durchschnittsgrößen schon bei 0,4 mm und im Oligozän (Häring Schichten, *B. vaceki bavarica*) bei 0,5 mm. Mit der ökologisch bedingten, starken Verschmälerung der Gehäuse in den höheren Profiltteilen der Häring Schichten nimmt auch die Gehäusegröße

wieder ab, um mit $M_{Länge} = 0,4$ mm in Pr. H (37) (Diagramm II, Reihe 12) ihren niedrigsten Stand zu erreichen.

B. koessenensis ist in ihrer Größe sehr konstant und zeigt keine nennenswerte Variabilität dieses Merkmals.

Die Zahl der Kammerpaare ist bei *Bolivina vaceki* und ihren Unterarten ziemlich konstant und pendelt zwischen 8 und 9 (Kurvenmaxima). Im Eozän dominieren 8-kammerige, im Oligozän 9-kammerige Formen.

Deutlich ist die Entwicklung der B-Form. Bei den eozänen Vertretern wird durch die B-Generation nur eine schwache Schiefe der Kurve nach rechts bewirkt, während im Oligozän deutlich zweigipfelige Kurven auftreten. Das Häufigkeitsmaximum der Kammerpaar-Zahl der B-Formen steigt von 10 - 11 im Eozän bis 13 im Oligozän.

Die *Proloculus*-Durchmesser entsprechen sich gut innerhalb der Art *Bolivina vaceki* ohne größere Veränderungen. Deutlich hebt sich *B. koessenensis* mit kleineren Proloculi und geringen Unterschieden der Generationsformen ab.

Der «flare»-Winkel (L:(L:B)-Diagramm) bei den Kurven aus dem Eozän fast durchwegs sehr flach (am flachsten bei den großen, breiten *B. vaceki* cf. *attenuata*, Diagramm III, Reihe 8,9), ist bei *B. vaceki bavarica* im Oligozän durchschnittlich etwas steiler und nimmt mit abnehmender Gehäusebreite (Fazies!) deutlich zu (von 9,5° in Pr. K 26, Diagramm I auf 22° in Pr. H (37), Diagramm II).

B. koessenensis hat immer steilere Winkel, die zwischen 27 und 35° liegen.

Die Suturen-Winkel (Spalte IV) sind im Eozän (Diagramm III) am steilsten (Häufigkeitsmaxima bei 40 - 42°). In den oligozänen Profilen werden die Winkel von *B. vaceki bavarica* zusehends flacher (41 - 47°), eine Tendenz, die zu *B. koessenensis* (40° in der tiefsten Probe; in den «Fischschiefern» 47 - 50°) überleitet.

Das Verhältnis der A- zur B-Form zeigt für Ft c (Diagramm I, Reihe 11, 13) ein auffallendes Minimum, dessen mögliche ökologische Bedeutung auf S. 151 diskutiert wird.

Die größte Breite der Gehäuse liegt bei den eozänen Vertretern der *B. vaceki*-Gruppe näher der Gehäusemitte (bei 58 - 64% der Gesamtlänge) als bei den oligozänen *B. vaceki bavarica* (64 - 71%). *B. koessenensis* hat immer die höchsten Werte (66 - 72%), was aber bei der schmalen, langen Gehäuseform nicht anders zu erwarten ist.

In Diagramm II ist die Auswirkung der Fazies in eng benachbarten Räumen abzulesen. Während in Häring *B. vaceki bavarica* eine der Nordflügel-Abfolge vergleichbare, hauptsächlich ökologisch bedingte Veränderung erfährt, herrscht im Kössener Bereich *B. koessenensis* vor, die nur geringe ökologische Modifikation zeigt (etwas dünnere, breitere, deutlicher gekielte Gehäuse mit geringfügig stärkerer ontogenetischer Breitenzunahme [« flare »] in der litoralen Fazies; z. B. Pr. S 40, Reihe 1).

Im Häringer Bereich bleibt *B. vaceki bavarica* aus ökologischen Gründen am längsten lebensfähig und zeigt in der höchsten Probe (Reihe 12, Pr. H (37)) die deutlichste Breitenabnahme, die geringste durchschnittliche Gehäusegröße und den steilsten « flare »-Winkel aller untersuchten Populationen. Es wird damit eine deutliche morphologische Annäherung an *B. koessenensis* erreicht.

Auffallend ist, daß die Häringer Exemplare von *B. vaceki bavarica* trotz größter morphologischer Ähnlichkeit von Anfang an steilere « flare »-Winkel haben als die faziell entsprechenden des Nordflügels. Andererseits entsprechen diese Winkel gut der stratigraphischen Stellung dieser Proben, die wegen der späteren Transgression im Gebiet von Häring jünger sind als ihre ökologischen Äquivalente des Nordflügels.

Dies kann als ein Hinweis darauf gewertet werden, daß auch die Änderung der Gehäuseproportionen innerhalb der Ontogenie ein phylogenetisch beeinflusstes Merkmal ist.

Vergleichsproben (Diagramm IV)

Um nun aus dem geschlossenen System des inneralpinen Tertiärs herauszukommen bzw. um Vergleichsmöglichkeiten für etwaige allgemein gültige Tendenzen dieser Entwicklung zu erhalten, wurden Populationen der *B. vaceki*-Gruppe aus den Tethysablagerungen der Nord- (Helvetikum) und Südalpen, sowie Mährens (Pouzdrany) und Ungarns (Kleinzeller Tegel) vermessen.

Es zeigte sich, daß die im inneralpinen Tertiär beobachteten Entwicklungen, von faziellen Besonderheiten abgesehen, auch außerhalb dieses Systems Geltung haben.

In dem aus den verschiedensten Proben zusammengesetzten « Profil » (Diagramm IV), lassen sich die gleichen Tendenzen erkennen wie in Diagramm I - III. Wieder erscheint das « X » der gedanklich verbundenen Kurvengipfel.

Zu den einzelnen Populationen sei folgendes bemerkt:

Helvetikum

Die Populationen des Helvetikums lassen sich gut mit denen aus dem Reichenhaller Becken vergleichen. *B. vaceki glabra* aus den Oberen Adelholzener Schichten sowie den tieferen Stockletten des Haunsberges stimmt auch größenmäßig mit Pr. 194 (Diagramm III, Reihe 1) von Reichenhall überein. Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. K. Gohrbandt, entsprechen die tieferen Stockletten des östlichen Südhelvetikums (Haunsberg) stratigraphisch den Oberen Adelholzener Schichten des Nordhelvetikums.

B. vaceki vaceki (Reihe 4) aus den Stockletten des Nordhelvetikums entspricht ebenfalls den inneralpinen Vorkommen.

Nord-Italien

Eine Population aus den Globigerinen-Schichten des tieferen Obereozäns von Varignano/Gardasee (Hagn, 1956) steht morphologisch etwas zwischen typischen *B. vaceki glabra* und *B. vaceki vaceki*, paßt aber größenmäßig gut zu dem entsprechenden nordalpinen Material.

Eine Probe vom Nordfuß des *Monte Brione/Gardasee*, die Hagn (1956, S. 96/97) aufgrund guter Vergleichbarkeit der benthonischen Foraminiferen mit denen von Priabona, Biarritz und Ofen (Ungarn) in das obere Eozän einstuft, enthält häufig *B. vaceki bavarica* (Diagramm IV, Reihe 5).

Die ziemlich schlanken, keilförmigen Gehäuse haben eine sehr schwach ausgebildete Skulptur. Sie lassen sich am ehesten mit den Bolivinen aus Probe 5 aus dem Kleinzeller Tegel (Diagramm IV, Reihe 8, Abb. 19, 2) vergleichen sowie mit *B. vaceki bavarica* der höheren Profilschnitte von Reit im Winkl und Häring. Sie sind etwas flacher als sonst gut vergleichbare Bolivinen von Nord-Slowenien (Diagramm IV, Reihe 9; Abb. 19, 1).

Die Variations-Kurven der norditalienischen Form passen gut zu denen, die für *B. vaceki bavarica* aus den Häringer Schichten ermittelt wurden. Solche Kurven wurden nie aus eozänem Material gewonnen. Die Restfauna der Probe enthält weder Discocyclinen noch pelagische Foraminiferen, die auf das Obereozän beschränkt sind. In ihrem Artbestand ist sie fast identisch mit Ft b von Reit im Winkl. Ein oligozänes Alter dieser Probe scheint mir auch nach dem biometrischen Befund wahrscheinlich zu sein.

Pouzdrany (Pausram), Südmähren (CSSR)

Über die stratigraphische Stellung der «braunen Mergel von Pausram» ist in letzter Zeit viel diskutiert worden (Pokorny, 1960; Cicha et al., 1964). Aufgrund des mir vorliegenden Materials (Herrn Prof. Dr. V. Pokorny sei herzlich für die Überlassung von Material von der Typlokalität gedankt) liegt eine weitgehende Kongruenz mit den Faunen von Reit im Winkl (Ft b) vor, was auch durch die biometrischen Werte der in Pausram stark skulptierten *B. vaceki bavarica* bestätigt wird (Diagramm IV, Reihe 6).

Kleinzeller Tegel (Ungarn)

Aus Material, das mir Herr Prof. Hagn dankenswerterweise aus der Bayerischen

Staatssammlung zur Verfügung stellte, konnte ich ebenfalls Bolivinen der *B. vaceki*-Gruppe isolieren. In Diagramm IV, Reihe 7 sind die Daten einer *Bolivina* wiedergegeben (Abb. 19, 3), die äußerlich ähnlich *B. koessenensis* ist. Sie ist wesentlich größer ($M_{\text{Länge}} = 0,425 \text{ mm}$) und hat im Durchschnitt nur 9 Kammerpaare.

Das Vorkommen dieser Form, die hier nur als *B. cf. koessenensis* bestimmt wurde, bestärkt mich in der Annahme der artlichen Eigenständigkeit von *B. koessenensis*, die sich dort (in jüngeren Schichten?) offenbar unter entsprechenden ökologischen Umständen morphologisch in einer Weise modifiziert, wie es in meinem Material *B. vaceki bavarica* vorbehalten ist.

Probe 5 (Reihe 8) enthält Bolivinen (Abb. 19, 2), die sich gut mit den Bolivinen der höheren Reit im Winkl Proben (z.B. Abb. 18, 2) vergleichen lassen. Sie stammen aus einem jüngeren Horizont als die oben beschriebene *B. cf. koessenensis*.

Hyalin verdickte Suturen sowie ein relativ flaches Gehäuse bewirken eine auffallende Ähnlichkeit mit *B. tectiformis* Cushman. Die Kurven passen ausgezeichnet zu denen der schmalen Form von *B. vaceki bavarica* (Ft d) der Häringer Schichten (vgl. Diagramm II, Reihe 10 - 12). Da sich aber die Restfauna dieser Probe eher mit der des Ft b vergleichen läßt, ökologische Modifikationen — wie in den höheren Proben von Häring — also nicht wahrscheinlich sind, kann hier auch der Zeitfaktor eine Rolle spielen (orthogenetische Entwicklung: breit $\rightarrow$ schmal).

Auf die Vergleichbarkeit mit den Bolivinen vom Monte Brione/Norditalien wurde schon hingewiesen.

Nord-Slowenien

In dem inneralpinen Tertiärbecken von Nord-Slowenien, dessen Ähnlichkeit mit dem von Häring - Reit im Winkl an anderer Stelle behandelt wird, sind interessanterweise ebenfalls zwei Faziesbereiche zu unterscheiden, die heute gegeneinander ein-

fallenden Teilgebieten dieses Raumes zuzuordnen sind. Von einem Bereich, der faziell und in seiner relativen Lage im Becken dem Nordflügel bei Reit im Winkl entspricht (*Kamniska Bistrica* = Steiner Feistritz) liegt mir eine Probe vor, die in reicher benthonischer Fauna mit *Bulimina sculptilis* auch *Bolivina vaceki bavarica* enthält.

Die Fauna ist mit Ft b (Reit im Winkl) gut zu vergleichen, doch sind die Bolivinen wesentlich schlanker (Diagramm IV, Reihe 9; Abb. 19, 1). Daß außerdem die Skulptur nur sehr schwach ausgebildet ist, hat wahrscheinlich nur wenig Bedeutung.

Die Relationen der L:B- und B:D-Indexkurven dieser großwüchsigen Bolivinen entsprechen denen der höheren Proben des Häringer Profils, was die schmalen, ziemlich dicken Gehäuse betrifft. Da auch hier aufgrund der Restfauna und des Sedimentes keine ökologische Modifikation anzunehmen ist, kann wieder der Faktor Zeit zur Erklärung herangezogen werden. Wie schon bei den Bolivinen aus Pr. 5 des Kleinzeller Tegels, ist auch hier der « flare »-Winkel deutlich steiler als bei faziell entsprechenden Populationen aus den Häringer Schichten.

Der « Südflügel » bei *Gornji Grad* und Nova Stifca entspricht faziell dem Kössener Tertiär und liefert auch sehr ähnliche Faunen. Es fehlen in Faunen aus diesem Gebiet ebenfalls *Bulimina sculptilis* weitgehend, *Bolivina vaceki bavarica* völlig, während *B. koessenensis* in allen ökologischen Bereichen vorkommt.

Aus Proben, die wie auch schon Probe KB 3 (*Kamniska Bistrica*) Herr Dipl.-Geol. Ch. Hemleben mir freundlicherweise zur Verfügung gestellt hat, wofür ihm hier herzlich gedankt sei, konnte *B. koessenensis* sowohl in etwas litoral beeinflusster Form (Reihe 10), als auch in « normaler », gut vergleichbarer Ausbildung (Reihe 11) isoliert werden.

Die Kurven entsprechen weitgehend denen der Populationen aus den Häringer Schichten. Gewisse Abweichungen sind mit den geringen Stückzahlen zu erklären.

Molasse

Die einzigen, mit meinem Material vergleichbaren Bolivinen der *B. vaceki*-Gruppe in mir bekannten Molasseproben fand ich in Material von Hagn (1955) aus Fischschiefern der unteren Meeresmolasse (Bohrung Ortenburg Cf 1001, 415 m). Herr Dipl.-Geol. G. Hofmann, der derzeit die Bolivinen der bayerischen Molasse bearbeitet, stellte mir diese, an mein Material anschließbaren Bolivinen freundlicherweise zur Verfügung.

Die Molasse-Form kommt in derselben Fazies (Fischschiefer) vor, wie *B. koessenensis*. Die Kurven lassen sich besonders mit denen der stratigraphisch höchsten Populationen der Häringer Schichten (Diagramm I, Reihe 18-21, Diagramm II, Reihe 13) vergleichen. Da aber die Streifung nur noch sehr schwach ausgebildet ist, der periphere Kiel oft fehlen kann, und auch eine Tendenz auftritt, die letzten Kammern zu verdrehen und randlich abzulösen, sei diese Form hier nur als *B. cf. koessenensis* behandelt.

In den nächst höheren Proben der genannten Bohrung tritt erstmals *Bolivina dilatata* Reuss auf (freundliche mündliche Mitteilung von Herrn Dipl.-Geol. G. Hofmann).

Folgerungen

Zusammenfassend kann festgestellt werden:

Für *Bolivina vaceki* ergibt sich die Entwicklungsrichtung von flachen und anfangs auch kleinen Gehäusen im Eozän zu mäßig bis sehr dicken, größeren im Oligozän. Hand in Hand mit dieser Entwicklung kommt es zu einer — allerdings nicht immer konsequenten — Verschmälerung der Gehäuse. Die Winkel der Kammersuturen mit der Gehäuse-Längsachse werden größer, die Kammerzähl nimmt zu. Die morphologischen Unterschiede zwischen A- und B-Generation von *B. vaceki* werden vom Eozän zum Oligozän größer.

Die verhältnismäßig kleine, oligozäne *B. koessenensis* n. sp. schließt in ihren meisten Merkmalen eng an *B. vaceki bavarica* an,

verändert sich aber nur noch geringfügig in der Zeit. *B. alpina* n. sp. zeigt in den untersuchten Profilen der Häringer Schichten keine orthogenetisch deutbaren Veränderungen.

Die orthogenetischen Entwicklungen innerhalb der *B. vaceki*-Gruppe werden von faziell bedingten Modifikationen überlagert. Diese bewirken z. T. besonders dicke, breite oder auch schmale Gehäuse, je nach Art der wirkenden Faktoren. Auch die Größe, die Zahl der Kammerpaare, das Verhältnis der A- zur B-Generation und der Proloculus-Durchmesser sind faziell beeinflussbar (s. S. 151).

Ökologisch abhängig ist auch die ontogenetische Breitenzunahme, jedoch konnte auch eine orthogenetische Entwicklung dieses Merkmals wahrscheinlich gemacht werden.

Betrachtet man die Entwicklungstendenz breit $\rightsquigarrow$ schmal und flach $\rightsquigarrow$ dick als erwiesen, so müssen morphologische Unterschiede einer Art aus faziell gleichwertigen Proben durch verschiedene Stellung innerhalb der orthogenetischen Entwicklung gedeutet werden.

Dies läßt für die schlankeren Bolivinen der Populationen von Budapest und Nord-Slowenien (Kamniska Bistrica) mit Vorbehalt eine jüngere Entstehung annehmen als die faziell entsprechenden der Häringer Schichten.

Veränderungen der Ökologie können der Phylogenie gleichgerichtete Veränderungen der Morphologie der Bolivinen-Gehäuse hervorrufen und damit eine scheinbare Beschleunigung der phylogenetischen Entwicklung vortäuschen.

Obwohl also eine phylogenetische Reihe auch für diese Gruppe angenommen werden kann, ist der Einzelfall wegen möglicher und wahrscheinlicher ökologischer Modifikation mehrdeutig. Solche Modifikationen können, im Gegensatz zu der von Bettenstaedt (1958, S. 126, 1962, 401) geäußerten Meinung, sich nicht nur auf jedes Einzelmerkmal auswirken, sondern auch Proportionsveränderungen der Gehäuse hervorrufen. Die Erblichkeit solcher ökologischen Modifikationen, d.h. die direkte

Beeinflussung der Phylogenie durch die Ökologie kann hier allerdings nicht belegt werden. Da die Häufigkeiten sich in den untersuchten Biotopen in etwa entsprechen, dürfte die jeweilige Modifikation als optimal für das entsprechende Biotop angesehen werden.

Bettenstaedt (1958, S. 128) nimmt an, daß, wenn Umwelteinflüsse eine Entwicklung stellenweise verzögern, dies mit einem Rückgang der Individuenzahlen zusammenfallen müßte. Meiner Ansicht nach ist die « Verzögerung » oder « Beschleunigung », d.h. jeder sichtbare ökologische Einfluß auf die Entwicklung einer Population, gerade die orthoselektiv « gelenkte » Reaktion auf veränderte Lebensbedingungen in Richtung auf eine neue optimale physiologische oder morphologische Angleichung.

Es kann sich also bei Biotopveränderung nach einem — fossil wohl kaum nachweisbaren — kurzfristigen Individuenrückgang, ein neues Gleichgewicht zwischen Biotop und Fauna einstellen, das keine Einschränkung der Häufigkeit gegenüber dem Ausgangsbiotop beinhaltet.

Kann die Art andererseits auf die veränderten Lebensbedingungen nicht modifikativ bzw. orthoselektiv abändernd reagieren, wird sich das neue Biotop letal für sie auswirken, oder sie findet durch « Auswandern » wieder einen günstigeren Lebensbereich. Als Beispiel kann hier die « Fischschiefer-Fazies » dienen.

Eine andere, für das jeweilige Biotop spezialisierte Art der gleichen Gruppe kann die ausgestorbene oder abgewanderte Form dabei ersetzen.

PALÖKOLOGIE

Jeder palökologischen Betrachtung sollte die Überlegung zugrunde liegen, daß sich Schlüsse auf Lebensumstände, Wassertiefen, -Temperatur und -Chemismus vor allem auf den Vergleich mit rezenten Bedingungen stützen müssen.

Über große Zeiträume der Erdgeschichte gab es keine polaren Eiskappen und damit fehlte auch die Unterschichtung aller Welt-

meere mit kaltem, polaren Wasser. Auch Unterschiede im Chemismus des Wassers bzw. der Atmosphäre gegenüber heutigen Bedingungen können nicht ausgeschlossen werden.

Das schafft für die früheren Meere Bedingungen, wie sie rezent nur noch in Extremfällen angenommen werden können (Rotes Meer, Mittelmeer). (Vgl. hierzu Pokorny, 1958, S. 135; Pflaumann 1964, S. 145).

Wenn auch quantitative Schlüsse nur mit großem Vorbehalt zu ziehen sind, so dürften qualitative Folgerungen weitgehend zutreffen, wenn auch die Bedeutung lokaler Verhältnisse nicht übersehen werden kann.

Zudem muß man beachten, daß es sich bei fossilen Faunen nicht um Biozönosen (=Lebensgemeinschaften), sondern um Thanatozönosen (=Totengemeinschaften) oder genauer, Taphozönosen (=Grabgemeinschaften) handelt (vgl. Pokorny, 1958, S. 138; Schindewolf, 1962, S. 65). Es muß außerdem mit Zerstörung von Gehäusen durch grabende Bodenbewohner (Harman 1964, S. 86), Auflösung der Kalkschalen durch kalte, CO₂-reiche Tiefenwässer, Verfrachten der leeren Gehäuse durch Strömungen und anderen, die ursprüngliche Faunenzusammensetzung verändernden Faktoren gerechnet werden (vgl. Gerhardt, 1963, S. 47). Dazu kommt, daß mit einer Probe ein Zeitbereich von mehreren Jahrtausenden erfaßt wird (vgl. Gerhardt 1963, S. 47; Grabert, 1959, S. 17, 23; Herm, 1962, S. 97). Diese Zeitspanne entspricht einer Vielzahl aufeinanderfolgender Populationen, die im einzelnen unter ökologisch durchaus verschiedenen Bedingungen gelebt haben können.

Gerade die Bolivinen haben sich als ökologisch sehr empfindlich reagierende Organismen erwiesen. In letzter Zeit erschienen mehrere Arbeiten, die auf Grund eingehender, meist statistischer Untersuchungen an Bolivinen Abhängigkeiten der morphologischen Merkmale vom Biotop aufzeigten (Lutze, 1962, 1964; Smith, 1963; Harman, 1964). Diese Arbeiten bieten Möglichkeiten zum Vergleich und machen eine Diskussion der palökologischen Bedingungen möglich.

Was den *Ablagerungsraum* betrifft, kann angenommen werden, daß die Sedimente des inneralpinen Tertiärs (Häringer Schichten) in keinem allzugroßen, offenen Meer abgelagert wurden, was schon aus der auf engstem Raum wechselnden Fazies hervorgeht. Es muß mit submarinen Schwellen, Inselketten, unterschiedlichen Absenkungsbeträgen sowie für die höheren Teile des Profils, mit zunehmender Abschnürung und Buchtenbildung gerechnet werden.

Nach Schmidt (1935, S. 113) tritt in abgeschlossenen Buchten eine Verengung der biologischen Tiefenzonen ein, was zumindest für bestimmte Zeitabschnitte und Gebiete des « inneralpinen » Meeres zugefallen haben kann.

Einzelfaktoren

Es soll hier ein kurzer Überblick über einige wesentliche Ansichten zu der Wertigkeit der verschiedenen ökologischen Faktoren, besonders auch in Hinblick auf die Bolivinen, vorangehen. Es muß generell (siehe Smith, 1963, S. 33) zwischen den ökologischen Provinzen 'Schelfbereich' (litoral - sublitoral bzw. neritisch) und 'Kontinental'-Hang (im folgenden 'slope' genannt) unterschieden werden.

Im 'Schelfmeer' sind Licht, Wasserbewegung, Bodenflora, rasche Temperaturwechsel, Salinität, pH-Wert, O₂-Gehalt und organischer Gehalt von Bedeutung. Die Bolivinen sind klein und die Artenvergesellschaftung ändert sich stark in Abhängigkeit von geringen Tiefenunterschieden.

Am 'slope' sind Durchlichtung und Flora unwichtig, Salinität, pH-Wert und Temperatur sind fast konstant bzw. ändern sich nur geringfügig. Die Bolivinen sind groß, die Artenvergesellschaftung ändert sich mit der Tiefe kaum. Die Variation am 'slope' ist intraspezifisch (Smith, 1963, S. 33). Zu den einzelnen ökologischen Faktoren sind folgende Ansichten zu zitieren:

Tiefe

Dieser Faktor ist vor allem in flacheren Gewässern wegen seiner Wirkung auf andere Bedingungen von Bedeutung. Wasserbewegung, Durchlichtung, Temperatur und Temperaturkonstanz sind naturgemäß stark von der Tiefe abhängig. Schmidt (1935, S. 124) weist auf die direkte Abhängigkeit der Bildung von Kalken von der Tiefe (Durchlichtung) hin, während er für klastische Sedimente eine primäre Abhängigkeit von der Wasserbewegung angibt.

Im Schelfbereich sind nach Smith (l.c.) kleine Tiefenunterschiede schon wesentlich, in bathyalen Zonen bewirken auch große Tiefenunterschiede kaum noch Veränderungen. Phleger (1960) bringt eine ökologische Zonen-Einteilung von Foraminiferen in Abhängigkeit von der Tiefe und weist auf bestimmte Tiefengrenzen hin (S. 122), die weder durch Temperatur noch Salzgehalt oder andere Faktoren markiert sind. Die Auswirkung des hydrostatischen Druckes wird für möglich gehalten. Bandy (1960) zeigt auch Zonierungsmöglichkeiten nach der Tiefe, die offenbar weitgehend unabhängig von der Temperatur sind (S. 8). (Eine Artgruppe des arktischen Schelfs kommt in den Tropen ebenfalls im Schelfbereich vor usw.). Große skulptierte Gehäuse der kalkig perforierten Foraminiferen sind nach Bandy Anzeichen für tiefes Wasser (S. 19). Für die Bolivinen gilt als Beispiel *B. argentea*.

Smith (1963) kann zeigen, daß bestimmte Bolivinen an bestimmte Tiefenzonen gebunden zu sein scheinen, während andere von der Tiefe unabhängig sind.

Auch Lutze (1962, 1964), findet Abhängigkeiten der Gehäuseproportionen bestimmter Bolivinen von der Tiefe.

Temperatur

Der Temperatureinfluß dürfte im Schelfbereich am größten sein, wo sich auch besonders die geographische Lage auswirkt. Man unterscheidet ganz allgemein drei Temperaturzonen:

- 1) Tiefenbereich mit jahreszeitlich bedingter Temperaturschwankung;
- 2) Bereich mit graduell nach der Tiefe hin abnehmender Temperatur, jahreszeitlich nicht mehr beeinflußt;
- 3) Tiefenwasser mit konstanter Temperatur (siehe Parker, 1960, S. 105, Abb. 41).

Hier ist wieder besonders auf die vermutlich andere Temperaturschichtung der früheren Meere hinzuweisen (siehe oben). So konnten Emiliani & Edwards, 1953 (siehe Pokorny, 1958, S. 135) anhand von $0^{16}/0^{18}$ -Untersuchungen für oligozäne Sedimente des Zentralpazifiks aus 4725 m Tiefe Temperaturen von $9,4 - 11,5^{\circ}\text{C}$ nachweisen.

Pokorny (1958, S. 123) hält die Temperatur für einen der wichtigsten ökologischen Faktoren und zeigt Zusammenhänge zwischen Temperatur und Kalkausscheidungsfähigkeit von Foraminiferen.

Parker (1960, S. 102) nimmt an, daß der Einfluß von Temperatur (und Salinität) meist überschätzt werde. Höhere Temperaturen bewirken vor allem schnelleres Wachstum (S. 106). Nach Bykova (1959) hat die Temperatur einen direkten Einfluß auf die Gehäuseform von Foraminiferen.

Myers (1943) beweist, daß in sehr littoralen Bereichen die Temperatur sich auf den jahreszeitlichen Vermehrungszyklus der Foraminiferen auswirkt.

Lutze (1962, S. 260) kann anhand statistischer Untersuchungen an *Bolivina spissa* zeigen, daß in kalten Tiefengewässern glatte, schmale, in warmen, flachen Bereichen dagegen breitere, stärker skulptierte Gehäuse ausgebildet werden.

Sauerstoff-Gehalt

Harman (1964, S. 91) kann beweisen, daß höherer O_2 -Gehalt im Wasser die Kalkausscheidungsfähigkeit der Foraminiferen erhöht bzw. O_2 -Mangel (bei etwa $0,1\text{ ml/l}$) zur Ausbildung von glatten, kleinen, dünnwandigen Formen führt.

Lutze (1962, 1964) zeigt ebenfalls eine deutliche O₂-Abhängigkeit der Foraminiferen. *Bolivina argentea* und *B. pseudobeyrichi* bilden in O₂-armen, abgeschlossenen Becken schmale, nicht skulptierte Gehäuse aus, während in O₂-reichen Wassermassen breitere, gerippte Formen entstehen.

Pokorny (1958, S. 123) gibt an, daß nur starker O₂-Mangel sich auf die Foraminiferen auswirkt.

Schmidt (1935) hält die Foraminiferen für befähigt, auch Böden zu bewohnen, die wegen ihres Sauerstoffmangels und geringen Festigkeit für andere Benthosorganismen keine Lebensmöglichkeiten mehr bieten.

Nach Smith (1963, S. 33) fällt ein Maximum an Größenwachstum, Kammerhöhe und Häufigkeit mancher Arten in einer Tiefe von 800 - 900 m mit einem Minimum an Sauerstoff- und einem Maximum an Stickstoffgehalt (organische Bestandteile) zusammen.

Abhängigkeit vom Sediment

Zusammenhänge zwischen Sediment und Faunenzusammensetzung zeigt Harman (1964, S. 91). Dies gilt besonders auch für die Bolivinen, die in gut durchlüfteten, ungeschichteten Sedimenten große, skulptierte Gehäuse (*B. argentea*) entwickeln, während in feingeschichteten Sedimenten (bei O₂-Mangel) keine Kiele, Rippen oder Stacheln entwickelt werden. Die feingeschichteten Sedimente kommen vor allem am Grund des Santa Barbara Beckens vor, während die ungeschichteten Lagen am Beckenhang am häufigsten sind. Die Bodenfaunen sind individuenreicher als die 'slope'-Faunen.

Pokorny (1958, S. 124) deutet auf die Abhängigkeit mancher Foraminiferen von der Korngröße des Sedimentes hin.

Smith (1963, S. 33) diskutiert die Bedeutung des Mikro-Milieus. Sie deutet sehr unterschiedliche Grundprinzipien (dickschalig — dünnchalig, grobporiert — feinporiert etc.) in Proben vom 'slope' durch Herkunft der Formen aus verschiedenen Lebensbereichen im Sediment.

Salzgehalt

Es scheinen sich nur starke Übersalzung (Hypersalinität) und starker Salzangel (Verbrackung) auf die Faunen auszuwirken und zwar in etwa der gleichen Richtung (siehe Loeblich & Tappan, 1964, S. 129). In vollmarinen, küstenfernen Bereichen bei größerer Tiefe ist der Salzgehalt weitgehend konstant.

Durchlichtung

Sie wirkt sich vor allem in flachen bzw. Oberflächen-Gewässern aus und hat großen Einfluß auf das Phytoplankton und die Bodenflora (Assimilation), die die Hauptnahrungsquellen der Foraminiferen bilden.

Pokorny (1958, S. 121) weist auf die Wichtigkeit der Durchlichtung auch für die Arten hin, die in ihrem Protoplasma symbiotische Zooxanthellen tragen.

Ernährung

Hier sind vor allem die Ergebnisse von Myers (1943) zu zitieren, der die starke Abhängigkeit der Foraminiferen von reichlicher und gleichmäßiger Nährstoffversorgung zeigt.

Ökologische Abhängigkeit der Gehäusegröße

Myers (1943, S. 444) demonstriert nach Untersuchungen an rezenten Elphidien deutliche Korrelationen zwischen guter Nährstoffversorgung und Größenwachstum. Auch die Vermehrungsquote wird davon stark beeinflusst.

Parker (1960, S. 256) kann zeigen, daß kleiner Wuchs und starke Vermehrung auf optimale Lebensbedingungen hinweisen, während starkes Größenwachstum langsam erfolgt, mit geringer Vermehrungsquote verbunden ist und auf « marginal conditions » schließen läßt.

Smith (1963, S. 33) leitet, wie schon erwähnt, aus dem Zusammentreffen von großer Häufigkeit und extremer Größe günstige Lebensumstände ab.

Bandy (1960, S. 9) beschreibt das extreme Größenwachstum von Milioliden (biloculine Typen) in bathyalen Bereichen; Milioliden haben im Flachwasser ihre größte Verbreitung.

*Palökologische Betrachtung
der einzelnen Faunentypen*

All diese z. T. sehr widersprüchlichen Ergebnisse zeigen, wie schwer es ist, von fossilen Faunen auf ihre ökologischen Bedingungen zu schließen. Trotzdem lassen sich aber einige Anhaltspunkte gewinnen, die eine Diskussion der Palökologie der vorliegenden Faunen ermöglichen.

Die für die Faunen der Häringer Schichten (s. S. 86) ausgeschiedenen Faunentypen lassen sich nach Tiefe, Temperatur und anderen ökologischen Faktoren unterschiedlichen Lebensbereichen zuordnen.

Nordflügel

Ft a entspricht wahrscheinlich wärmeliebenden Flachmeer-(Schelf)-Faunen. Die Wasserbewegung war unterschiedlich. In meist feinen, tonigen Sedimenten lebten großwüchsige Litoralf Formen. Das restliche Benthos ist oft zwergwüchsig. Pr. R 3 (siehe Anlage 1) scheint schon im äußeren Schelfbereich (sublitoral) abgelagert zu sein. Der Anteil an Formen, die tieferes Wasser bevorzugen, ist gegenüber Pr. R 1 und 2 wesentlich höher.

Ft b entspricht dem (vermutlich oberen) bathyalen Bereich (vgl. Hedgpeth in Ladd, 1957, S. 94), d. h. den eigentlichen 'slope'-Faunen.

Hier werden maximales Größenwachstum der meisten Arten erreicht. Pyritisierung der Gehäuse kommt gelegentlich vor, was auf hohe Gehalte an organischer Substanz (Schwefelbakterien), d. h. Einbettung der Gehäuse in O₂-armen Sedimenten bei Faulschlamm Bildung hinweist (siehe Schmidt, 1935, S. 19).

Schmidt (l. c.) zeigt daß ein schwefelreiches, sauerstoffarmes Sediment eine O₂-reiche oberste Zone mit reicher Fauna haben kann.

Das Sediment ist meist ungeschichtet, was sich nach Harman (1964, S. 84) auf grabende Bodenbewohner zurückführen läßt.

Als Ablagerungstiefe für diese optimalen Faunen kann nach der Literatur über rezente Verhältnisse mit Vorbehalt etwa 600 - max. 1000 m angenommen werden. Als Vergleichsmaßstab bieten sich vor allem die Bolivinen an. *Bolivina vaceki bavarica* entspricht in Bauplan und Skulpturtyp recht gut der rezenten *B. argentea*, deren Verbreitungsdaten gut bekannt sind (Uchio, 1960; Phleger, 1960; Bandy, 1960; Lutze, 1962, 1964; Smith, 1963; Harman, 1964 u. a.). Das häufige Vorkommen von *Hoeglundina*, *Bulimina*, *Uvigerina*, *Valvulineria*, höheren Sandschalern, Lageniden etc. deutet ebenfalls auf größere Tiefen. Einzelheiten gehen aus den genannten Arbeiten hervor.

Die Temperatur war wahrscheinlich verhältnismäßig hoch, was z. B. aus der reichlichen Kalkabscheidung (Pokorny, 1958, S. 123) und intensiven Skulptur (Bykova, 1959) der Foraminiferen hervorgeht.

Ft c entstand in vielleicht noch etwas tieferen Gewässern. *Chilostomella*, *Bulimina*, *Valvulineria* — ohne viel andere benthonische Foraminiferen — sind ausgesprochene Tiefenanzeiger.

Auch das Zurücktreten der benthonischen Komponente gegenüber der pelagischen könnte auf große Tiefe bzw. Küstenferne deuten.

Darüber hinaus entspricht das gut geschichtete Sediment vielleicht schon einer Beckenboden-Bildung, für die auch geringere O₂-Gehalte angenommen werden können. Für die letzte Vermutung würde die Pyriterhaltung dieser Faunen und die beginnende Feinschichtung des Sedimentes sprechen, (vgl. Harman, 1964, S. 84).

Schwieriger wird die Deutung der *Ft d* und *e*. Für *Ft d* kann eine Entstehung in einem Stillwasserbereich durch submarine Schwellen z. T. vom offenen Meer abgetrennt, mit O₂-armen Bodenwässern angenommen werden.

Die geringe Größe der pelagischen Fauna läßt gegenüber *Ft b* auf veränderte Nahrungs-

oder Temperaturbedingungen schließen. Über die Tiefe ist nur schwer eine Aussage zu machen, da solche Ablagerungstypen weniger von der Tiefe, als von einer etwaigen Abschnürung bzw. der Tiefenlage einer submarinen Schwelle, von der O₂-Versorgung, dem Phytoplankton und der Wasserbewegung beeinflusst werden.

Ft e unterscheidet sich von *Ft c* besonders durch das reichliche Vorkommen von meist kleinwüchsigen, benthonischen Foraminiferen. Vielleicht läßt sich hierfür ein relativ flaches Becken vorstellen, das bereits weitgehend abgeschnürt war, sich zunehmend mit Sedimenten füllte und schon von Aussüßung bedroht wurde (vgl. hierzu Hagn, 1960, S. 109).

Stärkere Wasserbewegung und Stillwasserzeiten wechselten sich ab, wie aus den in feingeschichtete tonige Mergel eingelagerten Sandlagen ersichtlich ist.

In diesen Faunentyp, z. T. auch schon in *Ft d* fällt das Häufigkeitsmaximum von *Bolivina koessenensis*, die mit *B. vaceki bavarica* nahe verwandt ist. Auffallend ist, daß die Extremwerte von *B. argentea* in den verschiedenen Biotopen (Lutze, 1964, Textfig. 9) sich ähnlich zueinander verhalten wie die beiden tertiären Formen. Dabei würde *B. koessenensis* den Populationen vom Becken-Boden entsprechen, deren Form vor allem als Anpassung an geringer O₂-Gehalte zu deuten ist. Andererseits zeigt *B. spissa* (vgl. Lutze, 1962) sehr ähnliche Variationen in Abhängigkeit von der Tiefe bzw. Temperatur. In den höchsten Lagen wird die marine Fauna sehr individuenarm, was auf ein Fortschreiten der Verschlechterung der Lebensumstände schließen läßt. Diese Annahme wird auch durch den kontinuierlichen Übergang in erst brackische, dann limnofluviale Sedimente (Angerberg-Schichten) bestätigt (vgl. S. 85).

Gebiet von Kössen

Während *Ft d'* und *e'* weitgehend den entsprechenden Faunentypen des Nordflügels gleichen und nicht noch einmal behandelt zu werden brauchen, zeigen *Ft a' - c'* eine an-

dere Entwicklung. Faunen aus flacheren (sublitoral) und tieferen ('slope') Bereichen, lassen sich hier nicht so gut trennen.

Die Absenkung des Gebietes bzw. auch die eventuelle Abschnürung dürfte sehr rasch erfolgt sein.

Ft a' enthält die meisten litoralen Komponenten (Nummuliten u. a.), doch kommen auch schon reichlich Sandschaler und Lageniden vor. Buliminidae sind kleinwüchsig und mit Ausnahme von *Bolivina koessenensis* selten.

Da hier die meisten großwüchsigen, wärmeliebenden Litoralelemente des Nordflügels (*Schlosserina*, *Asterigerina rotula* etc.) nicht vorkommen, läßt sich für dieses Gebiet vielleicht durch kalte Strömungen im sublitoralen Bereich verursachte niedrige Temperatur annehmen.

Ft b' zeigt das Tieferwerden des Beckens an; es fehlen die litoralen Elemente, Lageniden, Sandschaler und Uvigerinen werden häufig. Auch hier sind vielleicht niedrige Temperaturen für das Fehlen der großwüchsigen, stark skulptierten Formen von *Ft b* (*Bulimina sculptilis*, *Bolivina vaceki bavarica* u. a.) verantwortlich zu machen. Es sind keine Anzeichen für verminderte Salinität oder starken Sauerstoffmangel zu erkennen. Gegenüber *Ft a'* kann nur ein geringes Ansteigen der Artenzahl verzeichnet werden.

Die ungeschichteten Sedimente sind bis auf eine megafossilführende Lage sandfrei.

Ft c' ist hier kaum genau abzutrennen und fällt nur durch die immer pyritisierten Faunen und durch das häufige Auftreten von *Bolivina beyrichi carinata* und *B. kodymi* auf. Hier lag vielleicht Faulschlamm-bildung im Sediment vor, über dem in einer Oxydationshaut noch gute Lebensbedingungen für eine reiche Fauna herrschten.

Auffallend ist, daß in diesem Gebiet *B. koessenensis* in allen Faunentypen vorkommt, *B. vaceki bavarica* aber völlig fehlt.

Gebiet von Häring

In Häring läßt die Fauna der unteren Zementmergel auf eine Entstehung im « Schelfbereich » schließen (?sublitoral). Die

Temperaturen waren hoch; großwüchsige, dickschalige Litoralförmlichkeiten dominieren und sind in noch weit größerer Arten- und Individuenzahl vertreten als in Ft a des Nordflügels.

Lageniden und Buliminiden sind selten. Auch die vielen Bryozoen und Lithothamnien deuten auf Flachwasser hin.

Die Faunen im Hangenden des Lithothamnienkalks deuten auf ein sich stark vertiefendes Becken. Bei immer mehr zunehmender pelagischer Komponente, nimmt die benthonische entsprechend ab (obere Zementmergel). Diese Faunen lassen auf eine Entstehung in größeren Tiefen am 'slope' schließen.

Verarmung und Kleinwüchsigkeit der Faunen in den oberen Teilen des Profils entsprechen der Entwicklung im Reit-im-Winkler und Kössener Bereich.

Palökologische Betrachtung der Einzelformen

Es zeigt sich auch am fossilen Beispiel, daß es unter den Bolivinen sehr umweltsensiblen Arten gibt, und daß sich in bestimmter ökologischer Umgebung bestimmte Baupläne und Gehäuseformen herauszubilden scheinen. Andererseits lassen viele Arten keinerlei Beeinflussung durch lokale Faktoren erkennen.

Wie schon aus der Besprechung der Faunentypen hervorgeht (S. 148), kann für *Bolivina vaceki bavarica* eine Entstehung in warmen, ziemlich tiefen Bereichen des Meeres angenommen werden, wobei ich geneigt bin, die große Häufigkeit, den Artenreichtum der Restfauna und starkes Größenwachstum als Anzeichen für optimale Lebensumstände zu deuten.

B. koessenensis, für die schon aus paläogeographischen Gründen eine Ablagerung in noch größerer Tiefe nicht wahrscheinlich ist, lebte vermutlich vor allem in flacheren (?neritischen) Bereichen, in deren Bodengewässern Sauerstoffmangel herrschte.

Die breiten *B. vaceki* cf. *attenuata* des Obereozäns stellen wohl eine lokale Modifikation der « Normalform » *B. vaceki glabra* dar, die vielleicht unter besonders günstigen Temperatur- und Sauerstoffbedingungen lebte. Für *B. vaceki glabra* selber gilt das Gleiche wie für *B. vaceki bavarica*.

B. vaceki vaceki kann nur schwer einer bestimmten ökologischen Fazies zugeordnet werden. Sie entstand möglicherweise, wenn die Lebensumstände für diese Gruppe besonders ungünstig waren (z. B. « Untere Zementmergel », Häring), wobei allerdings Sauerstoffmangel kaum in Frage kommt. Sie ist im Gegensatz zu ihren Unterarten selten.

Für die großen, berippten Formen wie *B. striatocarinata* und *B. nobilis* gilt Ähnliches wie für *B. vaceki bavarica*.

B. cf. beyrichi bituminosa, eine typische Form der « Fischschiefer »-Fazies, hatte ihre optimalen Lebensbedingungen vermutlich bei Sauerstoffmangel, während noch keine Faulschlammabildung auftrat (keine Pyritisierung), im Gegensatz zu *B. beyrichi carinata*, die fast nur pyritisiert erhalten ist.

Die meisten anderen Bolivinen erwiesen sich als weitgehend faziesunabhängig.

Es wurde, um einen gewissen Einblick in die Abhängigkeit der Gehäuseform vom Biotop zu gewinnen, aus einer Probe (Pr. R 8), die eine unterschiedlich erhaltene Fauna führte, die mit Pyrit ausgefüllten und die vorwiegend kalkig erhaltenen Gehäuse von *B. vaceki bavarica* getrennt vermessen. Derartige unterschiedliche Erhaltungsweisen sind nichts Besonderes, muß man doch gerade bei feingebänderten Sedimenten damit rechnen, daß die einzelnen Feinschichten sehr verschieden erhaltene Faunen enthalten, die isoliert zu entnehmen unmöglich ist. Die Bolivinen dieser Probe ergeben, zusammen ausgewertet, eingipfelige Kurven, die ihrer Stellung entsprechen (siehe Diagramm I, Reihe 9). Wertet man aber die verschieden erhaltenen Populationen getrennt aus, so zeigt es sich, daß die nicht pyritisiert erhaltenen sich in einigen Punkten deutlich von den anderen unterscheiden:

Die pyritisierten sind bei etwa gleicher Größe durchschnittlich schmäler, haben mehr Kammerpaare und kleineren Proloculus der A-Generation (Abb. 32).

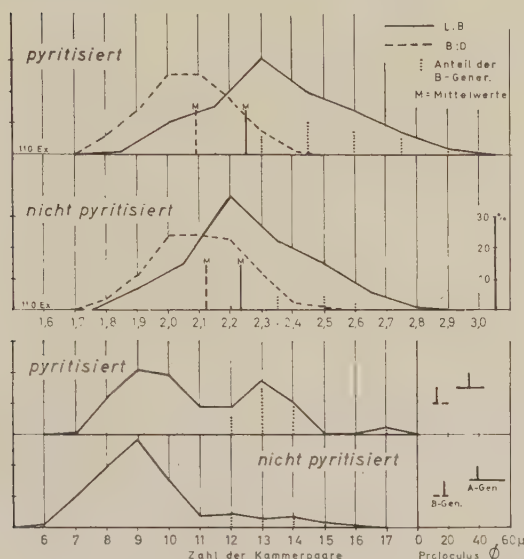


Abb. 32

Kurven-Diagramm von *Bolivina vaceki bavarica* Lühr aus Pr. R 8 (Ft c) zur Erläuterung der Abhängigkeit der Gehäuseform vom Biotop. Pyritisierte und nicht pyritisierte Gehäuse einer fossilen « Population » ergeben bei getrennter Auswertung unterschiedliche Häufigkeitsverteilungen der Merkmalswerte. Pyritisierte Gehäuse (Faulschlamm-Biotop) sind schlanker, haben kleinere Proloculi und meist mehr Kammern als nicht pyritisierte. Der Anteil der B-Generation ist bei den Pyrit-gefüllten Gehäusen wesentlich größer als bei den Pyrit-freien. Die verglichenen Kurven beziehen sich jeweils nur auf die A-Form.

Die Variabilitäts-Koeffizienten der Längen und der L:B-Indizes beider Formen (bezogen auf die A-Generation) unterscheiden sich kaum voneinander:

$$\begin{aligned} V_L (\text{pyrit.}) &= 18,2 & V_{L:B} (\text{pyrit.}) &= 10,02 \\ V_L (\text{nicht pyrit.}) &= 16,8 & V_{L:B} (\text{nicht pyrit.}) &= 8,1 \end{aligned}$$

Der Hauptunterschied ist aber das sehr verschiedene Mengenverhältnis der A- zur B-Generation:

$$A : B (\text{pyritisiert}) = 2:1; \quad A : B (\text{nicht pyritisiert}) = 6,5:1.$$

Diese Unterschiede entsprechen in ihrer Tendenz denen zwischen *Bolivina vaceki bavarica* aus Ft b (z. B. Pr. R 6) und Ft c (z. B. Pr. R 9).

Große Proloculi, größere Kammerhöhe (=geringere Kammerzähl pro Längeneinheit), breite Gehäuseform und starkes Zurücktreten der B-Formen wären also Zeichen für gut durchlüftetes Wasser (keine Pyritbildung), während kleinere Proloculi, viele Kammern, schlankere Form und starke Betonung der geschlechtlichen Vermehrung Populationen auszeichnen, die offenbar bei weniger Sauerstoffgehalt in feingeschichteten Sedimenten und zumindest in der Nähe von Faulschlamm bildung lebten.

Es ist nicht ohne weiteres zu sagen, welche Umstände als die für diese Art « günstigeren » anzusehen sind; die Häufigkeiten entsprechen sich in beiden Biotopen. Nach Pokorny (1958, S. 116) überwiegen die B-Formen bei für das Artleben « ungünstigen » Bedingungen und dann, wenn eine größere Plastizität der Art von Vorteil ist.

Es konnte hier gezeigt werden, daß sich auch an fossilem Material bestimmter Foraminiferen deutliche Abhängigkeiten der Gehäusemorphologie vom Biotop finden lassen (s. auch S. 143). Es kann nicht geklärt werden, ob zwischen Modifikationen und Mutationen Zusammenhänge bestehen, doch ist es durchaus vorstellbar, daß die Modifikation gewissermaßen « Wegbereiter » der natürlichen Auslese ist.

Bettenstaedt (1962, S. 392) schreibt in diesem Zusammenhang:

«... optimale Anpassung und höchster Vitalitätswert werden eher mit dem sich voll auswirkenden Genotyp erreicht als durch modifikative Reaktionen. Eine derartige Anpassung des Genotyps ist jedoch nur durch mutative Abänderung des Genotyps und natürliche Auslese möglich. Zwar wären theoretisch auch jahrnillionenlang anhaltende Modifikationen möglich, aber nach allen unseren Vorstellungen über den Selektionsmechanismus ist zu erwarten, daß Modifikanten auf die Dauer - erdgeschichtlich gesehen - durch Mutanten ersetzt werden...».

Man kann also annehmen, daß die bei großräumigen und langfristigen Biotopverän-

derungen auftretenden Modifikationen reaktionsfähiger Organismen ein « Gefälle » des Selektionsdruckes in Richtung auf die modifikativ vorweggenommene Abwandlung erzeugen.

Die Modifikation wäre — um ein Bild aus der Physik zu gebrauchen — der plastischen Verformung eines Körpers innerhalb seines Elastizitätsbereiches zu vergleichen. Wirkt die verformende Kraft nicht mehr, so kehrt der Körper in die Ausgangslage zurück. Langanhaltende, gleichsinnig wirkende Kräfte können jedoch unter gewissen Voraussetzungen eine bleibende Verformung auch innerhalb dieses Elastizitätsbereiches erzielen. Im vorliegenden Fall wären die bei der natürlichen Auslese bevorzugten Mutanten die, die in Richtung der modifikativ erreichten Anpassung gehen und diese also erblich fixieren.

Diese Anschauungsweise ließe es zu, die « Richtung » orthoselektiver Entwicklungsprozesse durch säkulare, großräumige Umweltsveränderungen zumindest beeinflussbar zu sehen.

Bykova (1959) spricht sich in ähnlicher Weise aus, wenn sie — periodisch wiederkehrende — Entwicklungstendenzen bei den Foraminiferen mit säkularen Klimaschwankungen in Beziehung bringt.

Die ökologischen Verhältnisse früherer Meere sind nicht mehr in allen Einzelheiten rekonstruierbar. Neben der mit Sicherheit von den heutigen Umständen unterschiedenen Temperaturschichtung, könnten jeweils auch weitere ökologisch bedeutsame Faktoren anders als in rezenten Meeren gewesen sein.

Jede Änderung der physikalischen Gegebenheiten — von lokalen Verhältnissen abgesehen — wird zur Instabilität des Gleichgewichtes zwischen den Organismen und ihrer Umgebung geführt haben. Modifikationen und erneute Anpassung durch natürliche Auslese können resultiert sein. Schwankungen des Klimas, tektonische Bewegungen und andere faziesverändernde Faktoren führen zu einer vielfachen Überlagerung verschiedener Tendenzen, die die durch einen dominierenden Faktor geprägte Linie modifizieren und verwischen.

Natürlich erklärt diese Anschauung nicht das komplexe Phänomen der Phylogenie im allgemeinen. Bei der Behandlung von Evolutionsprozessen kleinerer taxonomischer Einheiten könnte aber die vergleichende Berücksichtigung von möglicherweise umweltbedingten Veränderungen leichter zum Erkennen äußerer Gesetzmäßigkeiten führen, die die nur scheinbar so autonome Entwicklung der Organismen beeinflussen.

D. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DES PALÄONTOLOGISCHEN TEILS

Ausgehend von einer gründlichen geologischen und mikrofaunistischen Bearbeitung des inneralpinen Tertiärs des Unterinntales (nördliche Kalkalpen), deren kurzgefaßte Ergebnisse dieser Arbeit vorangestellt sind (Zusammenfassung s. S. 85), wurden 22 Arten und Unterarten der Gattung *Bolivina* d'Orbigny (Foram.) aus den *Häringer Schichten* (Unter- bis Mittel-Oligozän) beschrieben, taxonomisch revidiert, abgebildet und z. T. biometrisch untersucht.

Unter den beschriebenen Bolivinen sind drei neue Arten (*B. alpina* n. sp., *B. koessenensis* n. sp., *B. prion* n. sp.) und eine neue Unterart (*B. terquemi ostiocarinata* n. ssp.). Der Name *Bolivina carinata* Terquem, 1882, der durch *Bolivina beyrichi carinata* Hantken, 1875 besetzt ist, wird durch *Bolivina terquemi* nom. nov. ersetzt.

Die für variationsstatistische Untersuchungen geeignete, formenreiche Gruppe um *Bolivina vaceki* Schubert wird besonders behandelt, wobei auch Vertreter aus dem *Eozän* des inneralpinen Tertiärs des Beckens von *Reichenhall* und *Salzburg* berücksichtigt wurden, um taxonomische und phylogenetische Fragen dieser Gruppe klären zu können. Außerdem wurden Populationen dieser Bolivinen-Gruppe aus stratigraphisch entsprechenden anderen Schichten der Tethys und Parätethys des alpinen Bereichs zum Vergleich herangezogen.

Die *B. vaceki*-Gruppe besteht aus folgenden Arten und Unterarten:

B. vaceki vaceki Schubert, 1902 (= *B. antegressa* Subbotina, 1953, pars) (Eozän, Oligozän), *B. vaceki glabra* Hagn, 1954 (Eozän), *B. vaceki* cf. *attenuata* Cushman, 1926 (Eozän), *B. vaceki bavarica* Lühr, 1962 (Eozän, Oligozän), *B. alpina* n. sp. (Oligozän).

Ein großes Material (rund 6400 Exemplare aus 60 Populationen) der *B. vaceki*-Gruppe wurde biometrisch untersucht und alle erfaßbaren Merkmale vermessen. Die über 50.000 Einzelwerte wurden variationsstatistisch ausgewertet und auf 4 Diagrammtafeln sowie auf mehreren Textabbildungen dargestellt. Jede Art ist nur durch die Summe ihrer Eigenschaften charakterisiert. Es kommen also die einzelnen Wertgruppen nebeneinander zur Darstellung, so daß die Veränderung aller Merkmale in der Zeit ablesbar ist.

Für *B. vaceki* kann die orthogenetische Entwicklung mehrerer Merkmale deutlich gemacht werden. Es zeigen sich folgende Tendenzen: Von sehr flachen und anfangs auch kleinen Gehäusen im Eozän entwickeln sich diese Bolivinen zu mäßig bis sehr dicken, größeren im Oligozän. Gleichzeitig werden die Gehäuse schmaler, die Winkel der Kammersturen mit der Gehäuse-Längsachse werden größer, die Kammerzähl nimmt zu. Auch der morphologische Unterschied der A- zur B-Generation vergrößert sich in diesem Zeitraum.

Die kleinere *B. koessenensis* n. sp. schließt im Oligozän eng an diese Entwicklungsprinzipien an, doch kommt sie, ebenso wie *B. alpina* n. sp., besonders in einer Fazies vor, in der *B. vaceki* nicht mehr auftritt und verändert sich im untersuchten Zeitraum nur wenig.

Die orthogenetische Entwicklung der *B. vaceki*-Gruppe wird « beschleunigend » und « verzögernd » von faziell bedingten Modifikationen überlagert. Die Modifikationen können jedes Merkmal, also auch Gehäuseproportionen, erfassen. Abhängigkeiten ergeben sich vor allem von den Sauerstoffge-

halten des Biotops und der Tiefe bzw. von abgeleiteten Faktoren. Es kann gezeigt werden, daß die innerhalb der Häringer Schichten ablesbaren Veränderungen der fossilen Populationen faziellen Änderungen des Sedimentes parallel laufen, die auch in der Restfauna ihren Niederschlag finden. Die faziell bedingte Abänderung der *B. vaceki*-Gruppe in den Profilen der Häringer Schichten zeigt große Ähnlichkeit mit den am Rezentbeispiel nachgewiesenen Modifikationen in Abhängigkeit von Sauerstoffgehalt und Tiefe (Lutze, 1962, 1964).

Eine Anwendung dieser orthogenetischen Entwicklung auf die Stratigraphie bietet nur u. U. eine etwas feinere Gliederungsmöglichkeit als sie bisher mit den meisten anderen Foraminiferen in diesem stratigraphischen Bereich erzielt werden konnte.

Wenn sich auch keine klaren Zonen ausscheiden lassen, so können doch Hinweise auf relative Altersunterschiede von Populationen aus faziell gleichwertigen Proben gewonnen werden.

Der Einzelfall ist aber wegen möglicher und wahrscheinlicher ökologischer Modifikationen mehrdeutig. Die stratigraphische Anwendbarkeit der erkannten Entwicklungstendenzen wird dadurch eingeschränkt.

Im Anschluß an die Ergebnisse von Lühr (1962) wurden zwei weitere Foraminiferen-Arten aus den Häringer Schichten, und zwar *Asterigerina rotula* (Kaufmann) und *Bulimina sculptilis* Cushman, biometrisch untersucht. Es können dadurch weitere Angaben zur stratigraphischen Korrelation der betrachteten oligozänen Profile gemacht und diese mit den eozänen Sedimenten des benachbarten Helvetikums in zeitliche Beziehung gesetzt werden.

Ausgehend von der Betrachtung von Sediment, Fauna und paläogeographischen Gegebenheiten wird versucht, die Palökologie der Häringer Schichten zu beurteilen. Ergebnisse, die an rezenten Faunen gewonnen sind, werden dazu vergleichend diskutiert.

LITERATURVERZEICHNIS

- ANDREAE, A., 1884, Ein Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiärs: Abh. Geol. Spezialkarte Elsass-Lothringen, II, S. 1-331, Atlas 12 Taf., 2 Kartenskizzen. Strassbourg 1884.
- AMPFERER, O., 1921, Über die regionale Stellung des Kaisergebirges: Jb. Geol. Reichsanst. 71, 3/4, S. 159-172, 4 Zeichnungen, Wien 1921.
- , 1922, Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärs. Mit einem Beitrag von Bruno SANDER: Jb. Geol. Bundesanst. 72, 3/4, S. 105-150, 27 Abb., 1 Karte 1:40.000, Wien 1922.
- , 1925, Beiträge zur Morphologie und Tektonik der Kalkalpen zwischen Inn und Saalach: Jb. Geol. Bundesanst. 75, S. 19-44, 15 Abb., Wien 1925.
- , 1927, Geologische Profile aus dem Gebiete des Kössener Beckens: Jb. Geol. Bundesanst. 77, S. 123-148, 18 Abb., 1 Profiltaf., Wien 1927.
- , 1933, Geologischer Führer für das Kaisergebirge: Geol. Bundesanst. S. 1-132, 48 Abb., 6 Zeichng., 1 geol. Karte 1:25.000, Wien 1933.
- BANDY, O.L., 1949, Eocene and Oligocene Foraminifera from Little Stave Creek, Clarke County, Alabama: Bull. Amer. Paleont. 32, 131, S. 4-210, 27 Taf., 2 Abb., 1 Tab., Ithaca, N.Y. 1949.
- , 1956, Ecology of Foraminifera in Northeastern Gulf of Mexico: U.S. Geol. Survey, Prof. Pap. 274-G, S. 179-204, Taf. 29-31, 5 Abb., 10 Tab., Washington 1956.
- , 1960, General correlation of Foraminiferal Structure with Environment: Intern. Geol. Congr. Kopenhagen, 21. Sess., 22, S. 7-19, 9 Abb., Kopenhagen 1960.
- BATJES, D.A., 1958, Foraminifera of the Oligocene of Belgium: Inst. roy. Sci. natur. Belg. Mém. 143, 188 S., 13 Taf., 10 Fig., Bruxelles 1958.
- BECKMANN, M., o. J., Zur biometrischen Untersuchung fossiler Wirbelloser: Unveröff. Ms., 125 S., 59 Abb., Köln, o.J.
- BELLEN, R.C. van, 1941, Some eocene Foraminifera from the Neighbourhood of Ričice near Imotski, E. Dalmatia, Yugoslavia: Proc. Ned. Akad. Wetensch. 44, S. 996-1005, 1 Taf., 1 Tab., Amsterdam 1941.
- BERGGREN, W.A., 1960, Paleogene Biostratigraphy and planktonic Foraminifera of the SW Soviet Union. An Analysis of recent Soviet Investigations: Stockholms Contr. Geol. 6, 5, S. 1-125, 8 Tab., Stockholm 1960.
- BERMUDEZ, J.P., 1949, Tertiary Smaller Foraminifera of the Dominican Republic: Cushm. Lab. Foram. Res., Spec. Publ. 25, 322 S., 26 Taf., 2 Tab., Sharon, Mass. 1949.
- BETTENSTAEDT, F., 1949, Paläogeographie des nord-westdeutschen Tertiärs mit besonderer Berücksichtigung der Mikropaläontologie: «Erdöl und Tektonik in NW-Deutschland», Amt f. Bodenforsch. Hannover-Celle, S. 143-172, 6 Abb., 1 Tab., Hannover-Celle 1949.
- , 1958, Phylogenetische Beobachtungen in der Mikropaläontologie: Paläont. Z. 32, 3/4, S. 115-140, Stuttgart 1958.
- , 1960, Die stratigraphische Bedeutung phylogenetischer Reihen in der Mikropaläontologie: Geol. Rundschau 49, 1, S. 51-59, 2 Abb., Stuttgart 1960.
- , 1962, Evolutionsvorgänge bei fossilen Foraminiferen: Mitt. Geol. Staatsinst. 31, S. 385-460, 18 Abb., Hamburg 1962.
- BODEN, K., 1930, Geologisches Wanderbuch für die bayrischen Alpen: S. 1-458, 59 Abb., Ferd. Enke Verlag, Stuttgart 1930.
- , 1931, Beschaffenheit, Herkunft und Bedeutung des ostalpinen Molasseschuttes: Abh. Geol. Landesunters. Bayr. Oberbergamt 4, S. 1-33, München 1931.
- BOLLI, H., 1951, Zur Altersbestimmung von Tertiärschiefern aus dem Helvetikum der Schweizer Alpen mittels Kleinforaminiferen: Eclogae geol. Helv. 43, S. 105-114, Basel 1951.
- , 1957, Planctonic Foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua formation of Trinidad, B.W.I.: U.S. Nat. Mus. Bull. 215, S. 97-123, Taf. 22-29, Textfig. 17-21, Washington 1957.
- , LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H., 1957, Planktonic foraminiferal Families Hantkeninidae, Orbulinidae, Globorotaliidae, and Globotruncanidae: U.S. Nat. Mus. Bull. 215 (Studies in Foraminifera), S. 3-50, Taf. 1-11, Text-fig. 1-9, Washington 1957.
- BOLTOVSKOY, E., 1954, The Species and Subspecies Concepts in the Classification of the Foraminifera: The Micropaleontologist 8, 3, S. 52-56, New York 1954.
- BOUSSAC, J., 1912, Études stratigraphiques sur le Nummulitique Alpin: Mém. pour serv. à l'expl. Carte Géol. Det. de la France. S. I-IX, 1-662, 181 Abb., 12 Taf., 12 Beilag., Paris 1912.
- BRINKMANN, R., 1929, Statistisch-biostratigraphische Untersuchungen an mittellurassischen Ammoniten über Artbegriff und Stammesentwicklung: Abh. Ges. Wiss. Göttingen, math. phys. Kl. NF 13 (3), 249 S., 8 Taf., 128 Tab., 56 Abb., Berlin 1929.
- BYKOVA, N.K., 1959, [Zur Frage der Gesetzmäßigkeiten in der phylogenetischen Entwicklung der Foraminiferen unter den Bedingungen einer sich periodisch verändernden Umgebung]. (Titel auf russisch). In: Fragen der Paläobiologie und Biostratigraphie. S. 63-75, 2 Fig., 2 Tab., Moskau 1959.
- LE CALVEZ, Y., 1947-52, Révision des Foraminifères Lutétiens du Bassin de Paris: 1. Miliolidae (1947), 2. Rotaliidae et Familles affines (1949), 3. Polymorphinidae, Buliminidae, Nonionidae (1950), 4. Valvulinidae, Peneroplidae.

- Ophthalmitidae, Lagenidae (1952), Mém. Carte Géol. Détaillé, France. Paris 1947-52.
- CICHA, I. & ZAPLETALOVA, I., 1963, Die Vertreter der Gattung *Bolivina* (Foraminifera - Protozoa) im Miozän der Westkarpaten: Sbornik ustředního ustavu Geol. 28 (1961), oddíl paleont. S. 115-183, 48 Abb., 2 Beilagen, Prag 1963.
- , CHMELIK, F., PICHA, F. & STRÁNÍK, Z., 1964, Übersicht über den heutigen Stand der Forschung in der Molassezone Zdonicer und Pouzdraner Einheit Süd-Mährens: Mitt. Geol. Ges. Wien 56 (1963), 2, S. 445-468, 2 Taf., 3 Tab., Wien 1964. (zitiert als CICHÁ et al.).
- CUSHMAN, J.A., 1922, Foraminifera of the Mint Spring Calcareous Marl Member of the Mariana Limestone: U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 129-F, S. 123-152, Taf. 29-35, Washington 1922.
- , 1923, The Foraminifera of the Vicksburg Group: U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 133, S. 11-57, Taf. 1-8, Washington 1923.
- , 1926a, Some Fossil Bolivinas from Mexico: Contr. Cushman Lab. Foramin. Res. 1, 4, S. 81-84, Taf. 12, Sharon, Mass. 1926.
- , 1926b, Some new Foraminifera from the Upper Eocene of the Southeastern Coastal Plain of the United States: Contr. Cushman Lab. Foramin. Res. 2, 2, S. 29-36, Taf. 4-5, Sharon Mass. 1926.
- , 1929, A Late Tertiary Fauna of Venezuela and other related Regions: Contr. Cushman Lab. Foramin. Res. 5, 4, S. 77-101, 3 Taf., Sharon, Mass. 1929.
- , 1935a, Upper Eocene Foraminifera of the Southeastern United States: U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 181, S. 1-88, Taf. 1-23, Washington 1935.
- , 1935b, New Species of Foraminifera from the Lower Oligocene of Mississippi: Contr. Cushman Lab. Foramin. Res. 11, 2, S. 25-39, Taf. 4-5, Sharon, Mass. 1935.
- , 1936, New Genera and Species of the Families Verneulinidae and Valvulinidae and of the Subfamily Virgulininae: Cushman Lab. Foramin. Res., Spec. Publ. 6, 71 S., 8 Taf., Sharon, Mass. 1936.
- , 1937, A Monograph of the Subfamily Virgulininae of the Foraminiferal Family Buliminidae: Cushman Lab. Foramin. Res., Spec. Publ. 9, 128 S., 24 Taf., 1 Tab., Sharon, Mass. 1937.
- , & BERMUDEZ, P., 1937, Further new Species of Foraminifera from the Eocene of Cuba: Contr. Cushman Lab. Foramin. Res. 13, 1, S. 1-29, Taf. 1-2, Sharon, Mass. 1937.
- CUSHMAN, J.A. & PARKER, F., 1937, Notes on some Oligocene Species of *Bulimina* and *Buliminella*: Contr. Cushman Lab. Foramin. Res. 13, 1, S. 36-40, Taf. 4, Sharon, Mass. 1937.
- , & —, 1947, *Bulimina* and related Foraminiferal Genera: U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 210-D, S. 55-197, Taf. 15-30, Washington 1947.
- , & TODD, R., 1945, Miocene Foraminifera from Buff Bay, Jamaica: Cushman Lab. Foramin. Res. Spec. Publ. 15, 73 S., 11 Taf., Sharon, Mass. 1945.
- DAM, A. TEN & REINHOLD, T., 1942, Die stratigraphische Gliederung des niederländischen Oligo-Miozäns nach Foraminiferen (mit Ausnahme S. Limburgs): Med. Geol. Stichting, Ser. C-V-2, 106 S., 10 Taf. 8 strat. Tab., Maastricht 1942.
- DEHM, R., 1950, Zur Eozän-Oligozän-Grenze: N. Jb. Geol. u. Paläont. Mh. 1950, S. 193-200, Stuttgart 1950.
- DENINGER, K., 1901, Beitrag zur Kenntnis der Molluskenfauna der Tertiärbildungen von Reit im Winkel und Bad Reichenhall: Geogn. Jh. 14, S. 221-246, 2 Taf., Kassel 1901.
- DREGER, J., 1892, Die Gastropoden von Häring bei Kirchbichl in Tirol: Ann. Naturhist. Hofmus. Wien 7, S. 11-34, 4 Taf., Wien 1892.
- , 1902, Über die unteroligozänen Schichten von Häring und Kirchbichl in Tirol mit einem Verzeichnis des bisher von dort bekannten Lamellibranchiaten: Verh. Geol. Reichsanst., S. 345-351, Wien 1902.
- , 1903, Die Lamellibranchiaten von Häring und Kirchbichl in Tirol: Jb. Geol. Reichsanst. 53, S. 253-284, 3 Taf., 1 Abb., Wien 1903.
- EAMES, F.E., BANNER, F.T., BLOW, W.H. & CLARKE, W.J., 1962, Fundamentals of Mid-Tertiary Stratigraphical Correlation: S. 1-163, 17 Taf., 20 Fig., Cambridge Univ. Press, Cambridge 1962 [zitiert als EAMES et al.].
- ECKERT, H.R., 1963, Die obereozänen Globigerinen-Schiefer (Stad- und Schimbergschiefer) zwischen Pilatus und Schratzenfluh: Eclogae Geol. Helv. 56, 2, S. 1001-1072, 35 Fig., 7 Taf., Basel 1963.
- ELLIS, B.F. & MESSINA, A.R., 1940, Catalogue of Foraminifera: Amer. Mus. Nat. Hist. Spec. Publ. with Supplements, New York 1940 [zitiert als Catalogue].
- ETTINGSHAUSEN, C. Frhr., 1853, Die tertiäre Flora von Häring in Tirol: Abh. Geol. Reichsanst. II, 3. Abt., Nr. 2, 118 S., 31 Taf., Wien 1853.
- FLURL, M., 1813, Über das Vorkommen der Steinkohlen zu Häring, sowohl in geognostischer als oryktognostischer Rücksicht: Denkschr. Akad. Wiss. München, S. 127-182, München 1813.
- FRANZ, U., 1960, Die Geologie der westlichen Oberwössener Mulde, sowie der nördlich und südlich angrenzenden Einheiten: Unveröff. Diplomarbeit, Inst. Paläont. hist. Geol. Univ. München, 62 S., 12 Abb., 2 Faziesprof., 1 geol. Karte 1:25.000, München 1960.
- FRAUSCHER, K.F., 1886, Das Unter-Eocän der Nordalpen und seine Fauna. I. Lamellibranchiaten: Denkschr. Akad. Wiss. math. nat. Kl. 51, 234 S., 12 Taf., 1 Holzschn., 3 Tab., Wien 1886.
- FUCHS, A., 1944, Untersuchungen am tektonischen Gefüge der Tiroler Alpen II (Kalkalpen, Achensee, Kaisergebirge): N. Jb. Miner. etc. Abh. Abt. B, 88, S. 337-373, Taf. 31-33, 29 Abb. im Text u. auf 5 Beilagen, Stuttgart 1944.

- GALLOWAY, J.J. & MORREY, M., 1929, A lower Tertiary foraminiferal fauna from Manta Ecuador: Bull. Amer. Paleont. 15, 55, S. 1-56, 6 Taf., Ithaca, N.Y. 1929.
- GERHARDT, H., 1963, Biometrische Untersuchungen zur Phylogenie von *Haplophragmium* und *Triplasia* (Foram.) aus der tieferen Unterkreide Nordwestdeutschlands: Boll. Soc. Paleont. Italiana, 2, 2, S. 9-74, Taf. 2-4, 23 Abb., Modena 1963.
- GESSNER, D., 1961, Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Unterinntal zwischen Inn und Walchsee (Tirol): Unveröff. Diplomarbeit, Inst. Paläont. hist. Geol. Univ. München, 99 S., 16 Abb., 1 geol. Kt. 1:25.000, 1 Prof. Taf., München 1961.
- GLÜCK, W., 1952, Das inneralpine Tertiär von Reit im Winkl und sein mesozoischer Rahmen: Unveröff. Diplomarbeit, Inst. f. allg. u. angew. Geol. der Univ. München, 62 S., 1 geol. Kt. 1:25.000, 1 Prof. Taf., 10 Taf., 10 Abb., München 1952.
- GOHRBANDT, K., 1962, Die Kleinforaminiferenfauna des obereozänen Anteils der Reingruber Serie bei Bruderndorf (Bez. Kronenburg, Niederösterreich): Mitt. Geol. Ges. Wien 54, 1961, S. 55-145, 8 Taf., 7 Textabb., Wien 1962.
- GRABERT, B., 1959, Phylogenetische Untersuchungen an *Gaudryina* und *Spiroplectinata* (Foram.) besonders aus dem nordwestdeutschen Apt und Alb: Abh. Senckenberg Naturforsch. Ges. 498, S. 1-71, 27 Abb., 3 Tab., 3 Taf., mit einem Vorwort von F. BETTENSTADT, Frankfurt/M. 1959.
- GRAMANN, F., 1964, Die Arten der Foraminiferen-Gattung *Asterigerina* d'ORB. Im Tertiär NW-Deutschlands: Paläont. Z. 38, 3/4, S. 207-222, Taf. 20-21, 2 Abb., Stuttgart 1964.
- GÜMBEL, C.W., 1861, Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes: S. I - XX, 1 - 950, 5 geol. Kt., 1 Bl. Gebirgsans., 42 Prof. Taf., 25 Abb., Verlag Justus Perthes, Gotha 1861.
- , 1868, Beiträge zur Foraminiferenfauna der nord-alpinen Eocäugebilde: Abh. Akad. Wiss. 10, Abt. 2, S. 581-730, 4 Taf. München 1868.
- , 1889, Die geologische Stellung der Tertiärschichten von Reit im Winkl: Geogn. Jh. 2, S. 163-175, Kassel 1889.
- , 1894, Geologie von Bayern. II. Band, S. 1-1184, zahlr. Zeichn. u. Prof., 1 geol. Karte, Verlag Th. Fischer, Kassel 1894.
- HAGN, H., 1953, Ein Fund der Gattung *Queraltina* MARIE, 1950 (Foram.) im Unter-Oligozän von Reit im Winkl. Ein Beitrag zur Mikropaläontologie des inneralpinen Tertiärs: Geol. Jb. 68, S. 331-340, 2 Abb., Hannover 1953.
- , 1954a, Über einen alluvialen Foraminiferenmergel von Neubuern am Inn. Ein Beitrag zur Kenntnis von Umlagerungsvorgängen: N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 98, 3, S. 395-446, Stuttgart 1954.
- , 1954b, Some Eocene Foraminifera from the Bavarian Alps and Adjacent Areas: Contr. Cushman Found. Foramin. Res. 5, 1, S. 14-20, Taf. 3-4, Washington 1954.
- , 1955a, Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayerischen Alpen: Internat. Sedim. Petr. Ser. 1, 174 S., 71 Taf., 2 Abb., 8 Tab., Verlag E.J. Brill, Leiden 1955.
- , 1955b, Paläontologische Untersuchungen am Bohrgut der Bohrungen Ortenburg CF 1001, 1002 und 1003 in Niederbayern: Z. deutsch. geol. Ges. 105, 1953, S. 324-359, Taf. 10, 4 Abb., Hannover 1955.
- , 1956, Geologische und paläontologische Untersuchungen im Tertiär des Monte Brione (Gardasee, Ober-Italien): Palaeontographica 107 A, S. 67-210, Taf. 7-18, 8 Abb., Stuttgart 1956.
- , 1960, Die stratigraphischen, paläontologischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern: Geologica Bavarica 44, S. 1-208, 10 Abb., 1 Tab., 12 Taf., München 1960.
- , 1961, Klassische und neue Aufschlüsse mit Faunen der Oberkreide und des Tertiärs in den östlichen Bayrischen Alpen und angrenzenden Gebieten: Paläont. Z. 35, 3/4, S. 146-170, 14 Abb., Stuttgart 1961.
- , & HÖLZL, O., 1952, Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur mit Berücksichtigung des im Süden anschließenden Helvetikums: Geologica Bavarica 10, 208 S., 8 Taf., 7 Abb., München 1952.
- , HÖLZL, O. & HRUBESCH, K., 1962, Zur Gliederung des Oligozäns im östlichen Oberbayern und in Nordtirol: N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1962, 8, S. 423-447, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1962.
- , & ZEIL, W., 1954, Der Geröllbestand der jungkattischen Konglomerate im Staffelsee bei Murnau (Oberbayern) und seine Bedeutung für die Paläogeographie der subalpinen Molasse: Geol. Jb. 69, S. 537-598, Taf. 40-41, 1 Abb., Hannover 1954.
- HAHN, F.F., 1912, Versuch einer Gliederung der austroalpinen Masse westlich der österreichischen Traun: Verh. Geol. Reichsanst. 15, S. 337-344, 1 Fig., Wien 1912.
- , 1913, Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns: Mitt. Geol. Ges. Wien 6, S. 238-357, 3 Taf., 6. Textfig., Wien 1913.
- HALKYARD, E., 1919, The fossil Foraminifera of the Blue Marl of the Côte des Basques, Biarritz. Edited with Additions by E. HERON-ALLEN & A. EARLAND: Mem. Proc. Manch. Phil. Soc. 62, S. 1-145, Taf. 1-9, Manchester 1919.
- HAMID, I., 1964, Geologische und paläontologische

- Untersuchungen im Eiberger Becken in Tirol: Unveröff. Diplomarbeit. Inst. Paläont. hist. Geol. Univ. München, 78 S., 11 Abb., 5 Taf., 1 Kt. 1:10.000, 1 Prof. Taf., München 1964.
- HANTKEN, M.V., 1875, Die Fauna der *Clavulina szaboi*-Schichten. - 1. Teil Foraminiferen: Mitt. Jb. k. ungar. Geol. Anst. 4, 1, S. 1-93, 16 Taf., 1 Tab., Budapest 1875.
- HARMAN, R., 1964, Distribution of Foraminifera in the Santa Barbara Basin, California: Micropaleontology 10, 1, S. 81-96, 4 Tab., 12 Fig., New York 1964.
- HEBERER, G., 1959, Theorie der additiven Typogenese. - In: Die Evolution der Organismen. Ergebnisse u. Probleme der Abstammungslehre. 2. erw. Auflage, Bd. 2, S. 857-914, 25 Abb., (Herausgeber: G. HEBERER), Verl. G. Fischer, Stuttgart 1959.
- HEISSEL, W., 1951, Beiträge zur Tertiär-Stratigraphie und Quartärgeologie des Unterinntales: Jb. Bundesanst. 94, 1949-1951, S. 207-221, Taf. 21-22, 2 Abb., Wien 1951.
- , 1956, Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes. Mit einem Beitrag von G. WOLETZ: Mitt. Geol. Ges. Wien 48, 1955, S. 49-70, 1 Taf., 1 Tab., Wien 1956.
- HEMLEBEN, CH., 1964, Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Gebiet zwischen Gornji Grad (Oberburg) und Nova Stifca (Neustift) in Nordslowenien/Jugoslawien: Unveröff. Diplomarbeit, Inst. Paläont. hist. Geol. Univ. München, 109 S., 20 Abb., 15 Taf., 1 Kt. 1:10.000, 1 Prof. Taf., 1 Lageskizze 1:300.000, München 1964.
- HERM, D. 1962, Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen der Oberkreide im Lattengebirge und Nierental: Bayer. Akad. Wiss. Abh. N.F. 104, 119 S., 9 Abb., 11 Taf., München 1962.
- HILLEBRANDT, A.V., 1962a, Das Alttertiär im Becken von Reichenhall und Salzburg (Nördliche Kalkalpen): Z. deutsch. geol. Ges. 1961, 113, 2, 3, S. 339-358, 7 Abb., Hannover 1962.
- , 1962b, Das Paleozän und seine Foraminiferenfauna im Becken von Reichenhall und Salzburg: Bayer. Akad. Wiss., Abh. N.F. 108, 182 S., 12 Abb., 15 Taf., München 1962.
- , 1964, Zur Entwicklung der planktonischen Foraminiferen im Alttertiär und ihre stratigraphische Bedeutung: Paläont. Z. 38, 3/4, S. 189-206, 5 Abb., Stuttgart 1964.
- HOFKER, J., 1959, Orthogenesen von Foraminiferen: N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 108, 3, S. 239-259, 14 Abb. im Text und auf 5 Beil., Stuttgart 1959.
- JANOSCHEK, R., 1964, Das Tertiär in Österreich: Mitt. Geol. Ges. Wien 56 (1963), 2, S. 319-360, 1 Tab., Wien 1964.
- KAASSCHIETER, J.P., 1961, Foraminifera of the Eocene of Belgium: Inst. Roy. Sci. nat. Belg. Mém. 147, 272 S., 16 Taf., 8 Tab., 16 Fig., Bruxelles 1961.
- KANE, J., 1953, Temperature correlations of planktonic Foraminifera from the North Atlantic Ocean: Micropaleontologist 7, 3, S. 25-50, 3 Taf., 1 Karte, New York 1953.
- KAPTARENKO-TSCHERNOUSSOVA, G.K., GOLJAK, L.M. u.a., 1963, [Atlas der charakteristischen Foraminiferen aus Jura, Kreide und Paläogen der ukrainischen Plattform:] [Titel russisch]. Akad. Nauk Ukrainsk. SSR, Ser. Strat. Pal., Wip. 45, 200 S., 47 Taf., Kiew 1963.
- KAUFMANN, F.J., 1867, Der Pilatus, geologisch untersucht und beschrieben: Beitr. geol. Kt. Schweiz, 5 Lfg., 169 S., 10 Taf., Bern 1867.
- KIESEL, Y., 1962, Die oligozänen Foraminiferen der Tiefbohrung Dobbertin (Mecklenburg). Ein Beitrag zur Feinstratigraphie des mitteldeutschen Rupels: Freiburger Forschungshefte C 122 (Paläont.), S. 1-123, Taf. 1-12, 1 Bild, 3 Tab., Berlin 1962.
- KIESEL, Y. & LOTSCH, D., 1963, Zur Mikrofauna des südbrandenburgischen Obereozäns: Geologie 12, Beiheft 38, S. 1-71, 16 Taf., 1 Tab., Berlin 1963.
- KLEBELSBERG, R.V., 1933, Grundzüge der Geologie Tirols: In: Tirol, Land, Natur, Volk und Geschichte. Herausg. v. D.Ö.A.V., S. 25-91, 1 Kt., 1 Skizze, München 1933.
- KLEBELSBERG, R.V., 1935, Geologie von Tirol. 872 S., 1 Kt. 1:500.000, 3 Skizzen, 11 Beil., Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin 1935.
- KOCKEL, C.W., 1923, Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. Ein Ausschnitt aus der Entwicklung eines Kettengebirges: Mitt. Geol. Ges. Wien, 15 (1922), S. 63-168, 4 Abb., Wien 1923.
- KÖVECS, G., 1964, Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Unter-Inntal zwischen Rattenberg und Niederbreitenbach: Unveröff. Diplomarbeit. Inst. für Paläont. u. hist. Geol. der Univ. München, 113 S. 72 Abb., 1 geol. Karte 1:25.000, 1 Prof. Taf., München 1964.
- KOROBKOV, J.A., 1961, K voprosu o granize Eozena i Oligozena: Sovjet. Geol. 9, S. 57-70, Moskau 1961.
- KRAJEVA, E.J., 1961, [Foraminiferen der obereozänen und oligozänen Ablagerungen des Nordflügels der Vorschwarzmeersenke:] [Titel russisch]. Akad. Nauk. Ukrainsk. RSR, 94 S., 11 Taf., 1 Tab., Kiew 1961.
- KRAUS, E. 1951, Die Baugeschichte der Alpen. II. Teil: Neozoikum: 489 S., 123 Abb. im Text und auf 11 Taf., Akad. Verlag, Berlin 1951.
- KRUTZSCH, W. & LOTSCH, D., 1957, Zur stratigraphischen Stellung der Latdorfstufe im Paläogen: Geologie 6, S. 476-501, 4 Tab., Berlin 1957.
- , & —, 1958, Zur Geschichte der Latdorfstufe: Ber. Geol. Ges. DDR 3, 2/3, S. 111-120, Berlin 1958.
- , & —, 1963, Gliederung und Parallelisierung

- des höheren Eozäns und des tieferen Oligozäns in West- und Mitteleuropa und die Lage der Eozän-Oligozän-Grenze in diesem Gebiet: *Geologie* 12, Beiheft 39, S. 1-63, 1 Abb., 5 Tab., Berlin 1963.
- KÜHN, O., 1948, Das Alter der Prominaschichten und der innereozänen Gebirgsbildung: *Jb. Geol. Bundesanst.* 91, 1946, S. 49-94, 2 Taf., 3 Tab., 6 Abb., Wien 1948.
- KULP, J.L., 1960, The Geological Time Scale: Intern. Geol. Congress, 21. Sess. Norden, Kopenhagen, III, S. 18-27, 2 Fig., Kopenhagen 1960.
- LADD, H.S., 1957, Treatise on Marine Ecology and Paleocology: Vol. 2, Paleocology: *Geol. Soc. Amer. Mem.* 67, 1077 S., Washington 1957.
- LEUCHS, K., 1907, Die geologische Zusammensetzung und Geschichte des Kaisergebirges: *Z. Ferdinandeum*, 3.F., H. 51, S. 53-137, Taf. 1-10, 1 Kt. 1:33.000, Innsbruck 1907.
- , 1926, Kaisergebirgsdecke und Unterinntaler Tertiär: *Verh. Geol. Bundesanst.* 1925, 3/4, S. 75-91, Wien 1926.
- , 1927, Geologie von Bayern. II. Teil: Bayerische Alpen: *Handbuch d. Geologie u. Bodenschätze Deutschlands* II, Abt. 3, 369 S., 20 Taf., 67 Abb., Verlag Gebr. Borntraeger Berlin 1927.
- LIEBUS, A., 1901, Über die Foraminiferenfauna des Bryozoenhorizonts von Priabona: *N. Jb. Miner. etc.* 1, S. 111-134, Taf. 5, Stuttgart 1901.
- , 1906, Über die Foraminiferenfauna der Tertiärschichten in Biarritz: *Jb. Geol. Reichsanst.* 56, S. 351-366, Taf. 9, 8 Abb., Wien 1906.
- LINDENBERG, H.G., 1962, Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Gebiet von Kössen in Tirol: Unveröffentlichte Diplomarbeit, Inst. Paläont. hist. Geol. Univ. München, 106 S., 13 Abb., 15 Taf., 1 geol. Kt. 1:10.000, 1 Prof. Taf., 1 Übersichts-Kt. 1:25.000, 1 Panoramafoto, München 1962.
- , 1965, Problematica aus dem inneralpinen Tertiär. *Pseudarcella* SPANDEL emend. und *Bicornifera* n.g.: *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 1965, 1, S. 18-29, 6 Abb., Stuttgart 1965.
- LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H., 1964, in MOORE: Treatise on Invertebrate Paleontology. Part C. Protista 2. Sarcodina Chiefly «Thecamoebians» and Foraminiferida; with some systematic descriptions of Foraminiferida by R.W. BARKER, W.S. COLE, R.C. DOUGLASS, M. REICHEL and M.L. THOMPSON. - 2 Bände, S. 1-900, 653 Abb., Lawrence, Kansas 1964.
- LOWMAN, S.W., 1949, Sedimentary Facies in Gulf Coast: *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.* 33, 2, S. 1939-1997, 35 Abb., Tulsa 1949.
- LUDWIG, W., 1959, Die Selektionstheorie: in: HEBERER: Die Evolution der Organismen. - 2. erw. Auflage, Bd. 1, S. 663-712, 9 Abb., Verl. G. Fischer, Stuttgart 1959.
- LÜHR, H., 1962, Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär von Häring/Tirol: *Dissertationsdruck, Univ. München*, 174 S., 16 Abb., 2 Tab., 9 Taf., München 1962.
- LUTZE, G.F., 1962, Variationsstatistik und Ökologie bei rezenten Foraminiferen: *Paläont. Z.* 36, S. 252-264, 1 Taf., 3 Abb., Stuttgart 1962.
- , 1964, Statistical Investigations on the Variability of *Bolivina argentea* CUSHMAN: *Contr. Cushman Found. Foram. Res.* 15, 3, S. 105-116, 9 Abb., Ithaca, N.Y. 1964.
- MAJZON, L., 1939, Die Tiefbohrungen von Bükkszék: *Mitt. Jb. k. ungar. Geol. Anstalt* 34, 1, S. 275-386, 4 Taf., Budapest 1939.
- MOJSISOVICS, E.V., 1868a, Das Gebiet von Thiersee, Kufstein, Walchsee und Kössen in Nordtirol: *Verh. Geol. Reichsanst.* S. 220-222, Wien 1869.
- , 1869b, Über die alttertiären Ablagerungen des Unter-Innthaales mit Bezug auf deren Kohlenführung: *Verh. Geol. Reichsanst.* 17, S. 388-390, Wien 1869.
- MYERS, E., 1943, Life Activities of Foraminifera in Relation to Marine Ecology: *Proc. Amer. Phil. Soc.* 86, 3, S. 439-458, 7 Abb., Philadelphia 1943.
- NUTTALL, W., 1932, Lower Oligocene Foraminifera from Mexico: *J. Paleont.* 6, 1, S. 3-35, Taf. 1-9, Menasha, Wis. 1932.
- OPPENHEIM, P., 1890, Die Land- und Süßwasserschnecken der Vicentiner Eocänbildungen. Eine paläontologisch-zoogeographische Studie: *Denkschr. k. Akad. Wiss. math. nat. Cl.* 57, S. 113-150, Taf. 1-5, Wien 1890.
- , 1895, Neue Binnenschnecken aus dem Vicentiner Eocän: *Z. deutsch. geol. Ges.* 47, S. 57-193, Hannover 1895.
- , 1901, Die Priabonaschichten und ihre Fauna im Zusammenhang mit gleichaltrigen und analogen Ablagerungen: *Palaeontographica* 47, S. 1-348, 21 Taf., 33 Textfig., Stuttgart 1901.
- PAPP, A., 1955, Morphologisch-genetische Untersuchungen an Foraminiferen: *Paläont. Z.* 29, 1, 2, S. 74-78, 1 Abb., Stuttgart 1955.
- , 1957, Vorkommen und Verbreitung des Ober-eozäns in Österreich: *Mitt. Geol. Ges. Wien* 50, S. 251-269, 2 Taf., 2 Abb., Wien 1957.
- PFLAUMANN, U., 1964, Geologisch-mikropaläontologische Untersuchungen in der Flysch-Oberkreide zwischen Wertach und Chiemsee: *Dissertationsdruck, Univ. München*, 180 S., 9 Abb., 14 Taf., München 1964.
- PHLEGER, F.B., 1960, Ecology and Distribution of recent Foraminifera: 297 S., 83 Abb., 11 Taf., John Hopkins Press, Baltimore 1960.
- , 1964, Foraminiferal Ecology and marine Geology: *Marine Geology* 1 (1964), S. 16-43, 13 Abb., 1 Tab., Amsterdam 1964.
- POKORNY, V.L., 1960, Microstratigraphie et Biofaciès du Flysch Carpatique de la Moravie Méridionale (Tchécoslovaquie): *Revue de l'Inst. Franc.*

- Pétrole 15, 7/8, S. 1099-1141, 18 Taf., Paris 1960.
- , 1958, Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie: 1. Bd., S. 1-582, 549 Abb., 1 Tab., VEB Deutscher Verlag der Wiss., Berlin 1958.
- RAUZER-TSCHERNOUSOVA, D.M. & FURSENKO, A.V., 1959, in ORLOV, A.: Osnovi paleontologii. Otschaja chast. Prosteyshie: Akad. NAUK SSSR, S. 1-368, Taf. 1-13, 894 Textfig., Moskau 1959.
- REIS, O.M., 1889, Die Korallen der Reiter Schichten: Geogn. Jh. 2, S. 91-162, 2 Fig., 1 Tab., 4 Taf., Kassel 1889.
- REIS, O.M., 1908, in: REIS, O.M. & OERTELIUS, F.: Geologische Skizze der Umgebung von Schwendt bei Kössen: S. 13-18, 1 Kt. 1:50.000, Verlag G. Schuh, Innsbruck-München 1908.
- RENSCH, B., 1959, Die phylogenetische Abwandlung der Ontogenese: in: HEBERER: Evolution der Organismen. 2. erw. Auflage, Bd. 1, S. 103-130, 14 Abb., Verlag G. Fischer, Stuttgart 1959.
- REUSS, A.E., 1850, Neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Tertiärbeckens: Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl. Denkschr. 1, S. 365-390, Taf. 46-51, Wien 1850.
- , 1851, Über die fossilen Foraminiferen und Entomostraken der Septarienzone der Umgebung von Berlin: Z. deutsch. geol. Ges. 3, S. 49-92, Taf. 3-4, Berlin 1851.
- RICHTER, M., 1937, Die deutschen Alpen und ihre Entstehung: in: Deutscher Boden 5, 179 S., 56 Abb., Berlin 1937.
- SCHACHL, K., 1939, Beiträge zur Fauna der Häringer Schichten: Veröff. Mus. Ferdinandeum, Innsbruck 19, 3, S. 279-296, Innsbruck 1939.
- SCHINDEWOLF, O.H., 1960, Stratigraphische Methodik und Terminologie: Geol. Rundschau 49, 1, S. 1-35, 1 Tab., Stuttgart 1960.
- , 1962, «Neue Systematik»: Paläont. Z. 36, 1/2, S. 59-78, 1 Abb., Stuttgart 1962.
- SCHLOSSER, M., 1895, Zur Geologie von Nordtirol: Verh. Geol. Reichsanst. S. 340-361, Wien 1895.
- , 1909, Zur Geologie des Unterinntals: Jb. Geol. Reichsanst. 59, 3, 4, S. 525-574, Wien 1909.
- , 1922, Das Eozän und Unteroligozän der bayerischen Alpen: Cbl. Miner. etc. 6, S. 180-184, Stuttgart 1922.
- , 1923, Revision der Unteroligozänfauna von Härting und Reut im Winkl: N. Jb. Miner. etc. 47, 1922, S. 254-294, 1 Tab., Stuttgart 1923.
- , 1924, Geologischer Überblick über das unterste Inntal: Tiroler Heimatblätter, 2. Jg., H. 2, S. 1-3, H. 3, S. 3-5, Kufstein 1924.
- , 1925, Die Eozänfaunen der bayerischen Alpen. II. Die Obereozänfauna: Abh. Bayer. Akad. Wiss. 30, 7, 68 S., 2 Taf., München 1925.
- SCHMIDT, A.R., 1871, Das Braunkohlenflötz zu Härting: Berg- u. Hüttenmänn. Z. 1871, Nr. 1/2, S. 5-6 u. 13-15, Leipzig 1871.
- , 1873, Über das Auftreten der Molassekohle im Unterinntale: Berg- u. Hüttenmänn. Z. 1873, 17, S. 145-148, Leipzig 1873.
- SCHMIDT, H., 1935, Die bionomische Einteilung der fossilen Meeresböden: Fortschr. Geol. Paleont. 12, 38, S. 1-154, 24 Abb., Borntraeger, Berlin 1935.
- SCHUBERT, R.J., 1902, Neue und interessante Foraminiferen aus dem Südtiroler Alttertiär: Beitr. Pal. Geol. Österreich-Ungarns u.d. Orients 14, 1, 2, S. 9-29, Taf. 1, 3 Textabb., Wien 1902.
- SIMON, W. und Mitarbeiter (Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen), 1962, Leitfossilien der Mikropaläontologie: 2 Bde, 432 S., 27 Abb., 61 Taf., 22 Tab., Gebr. Borntraeger, Berlin 1962.
- SIMPSON, G.G., 1947, Tempo and Mode in Evolution: 237 S., 36 Abb., Columbia Univ. Press, 2. Auflage, New York 1947.
- SIMPSON, G.G. & ROE, A., 1939, Quantitative Zoology: 414 S., 52 Abb., McGraw-Hill Book Comp., New York-London 1939.
- SMITH, P. 1963, Quantitative and Qualitative Analysis of the Family Bolivinidae: U.S. Geol. Survey Prof. Pap. 429-A, S. 1-39, 13 Fig., 31 Taf., Washington 1963.
- SPANDEL, E., 1909, Der Rupelton des Mainzer Beckens, seine Abteilungen und deren Foraminiferenfauna sowie einige weitere geologisch-paläontologische Mitteilungen über das Mainzer Becken: 50. Jahresber. Ver. für Naturk., Offenbach/M., S. 1-174 (Pag. des Sonderdruckes), Taf. 1-2, Offenbach 1909.
- SPENGLER, E., 1956, Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der Nördlichen Kalkalpen. II. Teil: Der Mittelabschnitt der Kalkalpen: Jb. Geol. Bundesanst. 99, S. 1-74, 1 paläogeogr. Kt. 1:210.000, 5 Abb., Wien 1956.
- SUBBOTINA, N.N., 1953, [Obereozäne Lagenidae und Buliminidae des Südens der UdSSR.] [Titel auf russisch]: Mikrofauna UdSSR 6, S. 115-255, 13 Taf., Moskau 1953.
- TEDESCHI, D., 1957, in: Diagnosi di forme nuove: Rivista Italiana di Paleont. e Stratigr. 63, 4, S. 251, Abb. 5, Milano 1957.
- TERQUEM, M., 1882, Les Foraminifères de l'Éocène des Environs de Paris: Mém. Soc. Géol. France, 3. série, 2, 3, 193 S., 28 Taf., Paris 1882.
- TODD, R., 1952, Vicksburg (Oligocene) Smaller Foraminifera from Mississippi: U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 241, S. 1-47, 6 Taf., 1 Tab., Washington 1952.
- TRAUB, F., 1948, Beitrag zur Kenntnis der miozänen Meeresmolasse ostwärts Laufen/Salzach unter besonderer Berücksichtigung des Wachtbergkonglomerats: N. Jb. Miner. etc. Mh. 1945-48, B, S. 53-71, S. 161-174, 4 Abb., 1 geol. Karte 1:25.000, Stuttgart 1948.
- TRAUB, F., 1953, Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pangraz am Haunsberg, nördl. von Salz-

- burg: *Geologica Bavarica* 15, S. 3-38, 4 Abb., München 1953.
- UCHIO, T., 1960, Ecology of Living Benthonic Foraminifera from the San Diego, California, Area: *Cushman Found. Foram. Res., Spec. Publ.* 5, 72 S., 10 Taf., 18 Textfig., Bridgewater, Mass. 1960.
- UHLIG, V., 1886, Über eine Mikrofauna aus dem Alttertiär der westgalizischen Karpaten; *Jb. Geol. Reichsanst.* 36, 1, S. 141-214, Taf. 2-5, 13 Fig., Wien 1886.
- VÖLK, H., 1961, Zur Geologie des westlichen Unterinntales zwischen Oberaudorf und Kiefersfelden: Unveröff. Diplomarbeit, Inst. Paläont. hist. Geol. Univ. München, 98 S., 16 Abb., 1 geol. Kt. 1:10.000, 1 Prof. Taf., 1 Beil., München 1961.
- WEBER, E., 1948, Grundriß der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler und Mediziner: 256 S., 38 Abb., 70 Tab., Verlag G. Fischer, Jena 1948.
- WENZ, W., 1923, *Gastropoda extra marina tertiaria VI*: In: *Fossilium Catalogus, I. Animalia, Pars* 23, S. 1735-1862, 20 Tab., Verlag W. Junk, Berlin 1923.
- , 1942, Zur Kenntnis der fossilen Land- und Süßwassermollusken Venetiens: *Mem. Ist. Geol. Univ. Padova* 14, S. 1-51, Padova 1942.
- WINKLER, A., 1928a, Zur Deutung der Geröllzusammensetzung der inneralpinen Inntalmolasse: *Zbl. für Miner. etc. Abt. B*, S. 359-362, Stuttgart 1928.
- , 1928b, Über Studien in den inneralpinen Tertiärablagerungen und über deren Beziehungen zu den Augensteinfeldern der Nordalpen: *Sber. Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl. Abt. I*, 137, S. 183-225, 6 Fig., Wien 1928.
- WITTHUHN, W., 1962, Untersuchungen an Bolivinen (Foram.) aus dem nordwestdeutschen Mittel-Lias: Dissertation, Braunschweig 1962.
- WITT PUYT, J.F. de, 1941, Geologische und paläontologische Beschreibung der Umgebung von Ljubuški, Herzegovina: *Geogr. en geol. Med. Physiogr.-geol. Reeks, Ser. II*, Nr. 2, 99 S., 5 Taf., 1 geol. Karte 1:40.000, 1 Prof. Taf., Utrecht 1941.
- ZALESNY, M.R., 1959, Foraminiferal Ecology of Santa Monica Bay, California: *Micropaleontology* 5, 1, S. 101-126, 1 Taf., 21 Textfig., 1 Tab., New York 1959.
- ZEIL, W., 1956, Faziesunterschiede in den kretazischen Teiltrögen der alpinen Geosynklinalen Bayerns: *Geol. Rundschau* 45, S. 134-143, 4 Abb., Stuttgart 1956.
- ZEIL, W., 1959, Zur Deutung der Tektonik in den deutschen Alpen zwischen Iller und Traun: *Z. deutsch. geol. Ges.* 111, 1, S. 74-100, 8 Abb., Hannover 1959.
- ZIMMERMAN, W., 1959, Methoden der Phylogenetik: In: *HEBERER: Evolution der Organismen* 2. erw. Auflage, Bd. 1, S. 25-102, 9 Abb., Verlag G. Fischer, Stuttgart 1959.
- ZÖBELEIN, H.K., 1952, Die bunte Molasse bei Rottenbuch (Oberbayern) und ihre Stellung in der subalpinen Molasse: *Geologica Bavarica* 12, S. 1-86, 9 Abb., 1 Fossilliste, 1 Lageplan mit Profil, München 1952.
- , 1955, Über Alttertiär-Gerölle aus der subalpinen Molasse des westlichen Oberbayerns und der inneralpinen Molasse (Angerbergsschichten) des Tiroler Unterinntales. (Vorläufige Mitteilung.): *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 1955, S. 342-348, Stuttgart 1955.

Berichtigung.

Seite / Spalte / Zeile	Lies:
89, rechte 17.	„ihrer“ statt „ihrere“.
98, rechte 6.	„Tafelerklärung“ statt „Tafelerklärungs“.
98, Erklärung zu Abb. 6 Fig. 8a, b.	„B. budensis“ statt „B. Budensis“.
146, rechte 7. und 22. sowie	
147, rechte 33.	„Phleger (1960)“ statt „Parker (1960)“.
149, linke 32.	„geringe“ statt „geringer“.
156, rechte 27.	„Bayerische“ statt „Bayrische“.
Anlage / Reihe	Lies:
1, 5, Spalte IX	„11°“ statt „9°“.
4, 9, Lokalität	„Kamniska“ statt „Kamnica“.
4, 6, Lokalität	„CSSR“ statt „CSR“.

Der Verf.

Bolivina vaceki - Gruppe

Statistische Diagramme I (Oligozän)

Faziesprofile durch den Nordflügel
der inneralpinen Tertiärmulde
östlich des Unterinntales

Kaiserwald

Schopfgr

Angerberg schichten

Faunentyp
abcde

Reit im Winkl

Pötsch-
bichlgr.Faunentyp
abcde

Jederergr

R 24

R 23

R 20

R 19

R 18

R 17

R 16

R 15

R 14

R 13

R 12

R 11

R 10

R 9

R 8

R 7

R 6

R 5

R 4

R 3

R 2

R 1

abcde

Transgression
a Hauptdolomit

50m

40m

30m

20m

10m

0

1a

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

Legende der Profile siehe Text

Legende der Diagramme:

Spalte V:

1: Bolivina koessenensis n.sp.

2: Bolivina vaceki bavarica LÜHR

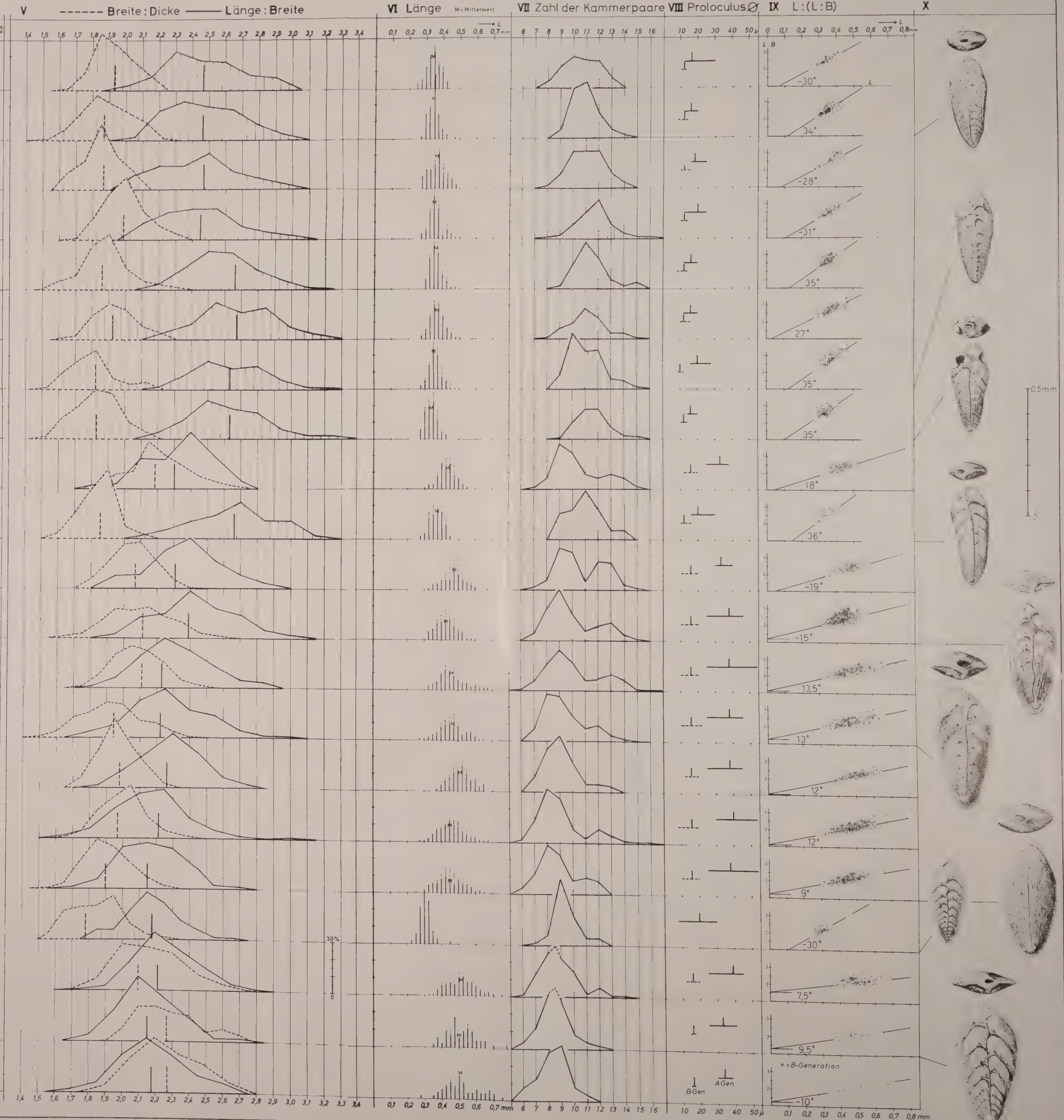
M: Mittelwerte (A-Gen) — L: B, --- B: D

Spalte VI+VII: = Anteil der B-Generation

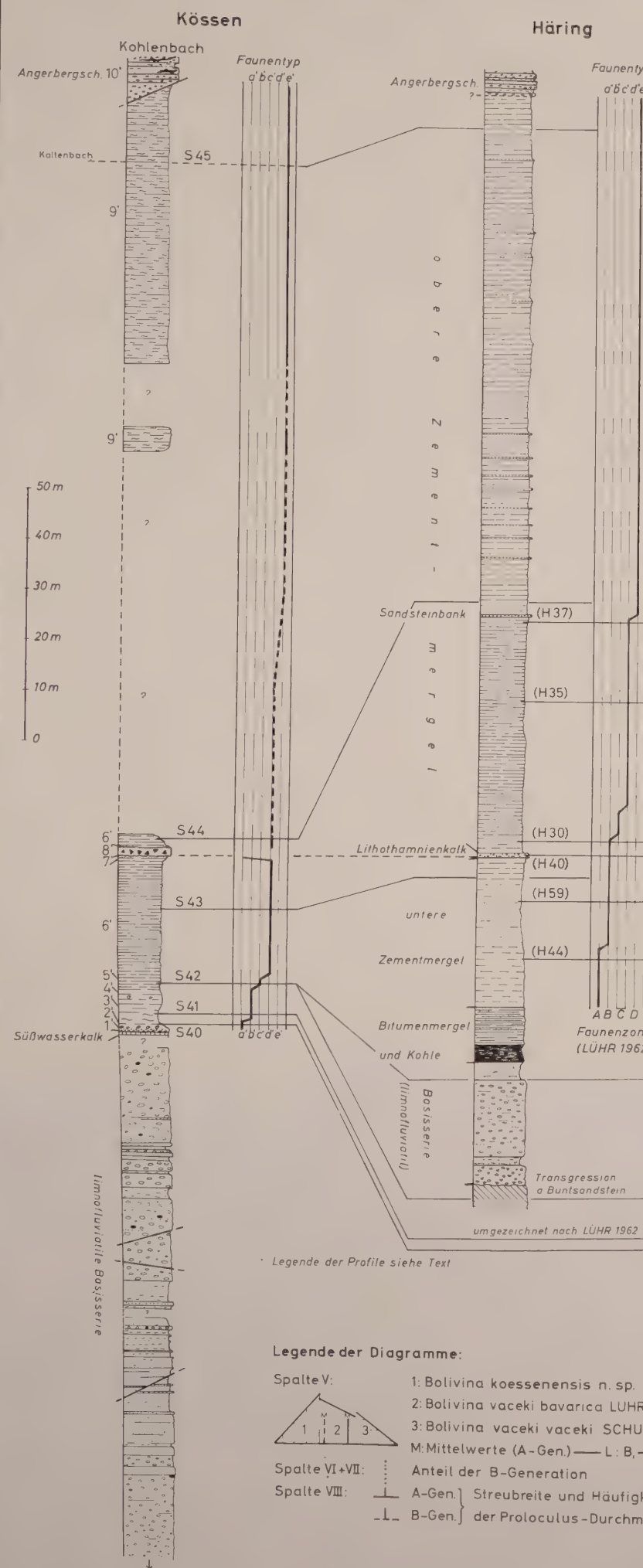
Spalte VIII: — B-Gen } Streubreite und Häufigkeitsmaximum

— A-Gen } der Proloculus-Durchmesser

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
N	A: B	a: 100%	Sur: L	Sur: L	Sur: L	Sur: L	Sur: L	Sur: L	Sur: L
21	70 Ex	7,5:1	69	43°					
20	125 Ex	6,8:1	72	46°					
19	55 Ex	4,5:1	70	48°					
18	99 Ex	3,4:1	69	48°					
17	110 Ex	4:1	67	49°					
16	110 Ex	4,8:1	67	48°					
15	150 Ex	2,9:1	70	50°					
14	150 Ex	4,2:1	66	47°					
13	110 Ex	2,65:1	66	47°					
12	55 Ex	3,6:1	66	47°					
11	115 Ex	1,75:1	68	46°					
10	300 Ex	2,9:1	71	44°					
9	220 Ex	3,3:1	68	44°					
8	315 Ex	3,5:1	73	45°					
7	110 Ex	7,5:1	68	43°					
6	328 Ex	4,65:1	66	42°					
5	233 Ex	3,75:1	68	42°					
4	65 Ex		64	40°					
3	100 Ex	5,65:1	65	42°					
2	52 Ex	2,5:1		42°					
1	50 Ex		65	41°					

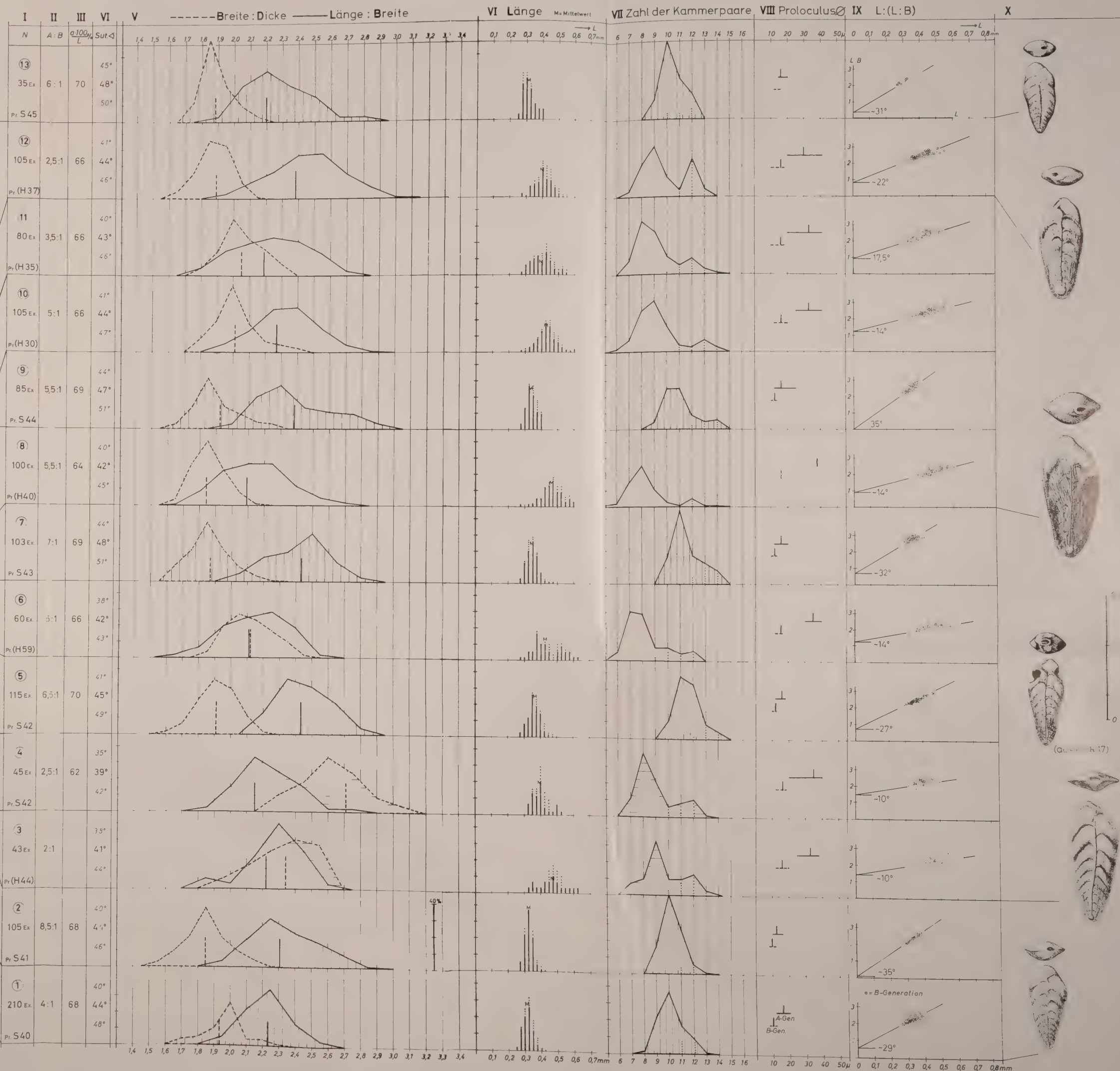


Faziesprofile durch den Südflügel
der inneralpinen Tertiärmulde
östlich und südlich des Inns



Bolivina vaceki - Gruppe

Statistische Diagramme II (Oligozän)



LEBENS LAUF

Ich, Hans Georg Lindenberg, wurde am 4. Januar 1937 als Sohn des Pfarrers und Arztes Dr. Horst Lindenberg und seiner Ehefrau Nita, geb. von Kugelgen in München geboren.

Nach Besuch der Volksschule in Dietramszell und München und nach einem Jahr Auslandsaufenthalt in Schweden trat ich 1948 in die Rudolf Steiner Schule in München ein. 1950 wechselte ich auf das Realgymnasium in Gräfelfing bei München über, an dem ich im Sommer 1956 die Reifeprüfung bestand.

Im Wintersemester 1956/57 immatrikulierte ich mich an der Universität München mit der Fachrichtung Geologie. Die Diplom-

Geologen-Vorprüfung legte ich im Sommersemester 1958 ab und beschloß am 22.2.1962 mein Studium mit der Diplom-Geologen-Hauptprüfung.

Vom Frühjahr 1963 bis Herbst 1964 war ich am Institut für Paläontologie und historische Geologie als wissenschaftliche Hilfskraft tätig.

Meine akademischen Lehrer waren:

G. Angenheister, H. Beckmann, R. Dehm, G. Fischer, Frhr. v. Frisch, W. Gerlach, R. Gistl, H. Hagn, R. Huisgen, W. Jung, E. Kraus, A. Maucher, G. Menzer, F. Neumaier, K. Saller, P. Schmidt-Thomé, H. J. Schneider, E. Wiberg, W. Zeil.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	66
A. EINLEITUNG	67
Topographischer Überblick	67
Historischer Überblick	68
B. REGIONALER ÜBERBLICK	68
Profilbeschreibungen	71
Vergleich der Profile und Altersstellung	79
Bemerkungen zur Paläogeographie des inneralpinen Tertiärs	84
Zusammenfassung der Ergebnisse des geologischen Teils	85
C. PALÄONTOLOGISCHER TEIL	86
Die Faunentypen	86
<i>Beschreibung der Arten</i>	89
Vorbemerkungen	89
1. Taxionomie	89
2. Morphologie	90
3. Erläuterungen zur Meßtechnik	91
Die Arten der Gattung <i>Bolivina</i> d'Orbigny (mit Ausnahme der <i>B. vaceki</i> -Gruppe	92
Die <i>Bolivina vaceki</i> -Gruppe	112
Zur Artfassung der <i>Bolivina vaceki</i> -Gruppe	128
Anhang zur Artbeschreibung: Zwei wichtige, akzessorische Foraminiferen aus den Häaringer Schichten [<i>Bulimina sculptilis</i> Cushman, <i>Asterigerina rotula</i> (Kaufmann)]	131
<i>Biometrie</i>	135
Methodik	135
Kurvendiskussion (<i>Bolivina vaceki</i> -Gruppe)	139
Vergleichsproben	141
Folgerungen	143
<i>Palökologie</i>	144
Einzelfaktoren	145
Palökologische Betrachtung der einzelnen Faunentypen	148
Palökologische Betrachtung der Einzelformen	150
D. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DES PALÄONTOLOGISCHEN TEILS	152
<i>Literaturverzeichnis</i>	154

